

YDINENERGIAN KÄYTÖN TURVALLISUUSVALVONTA

Vuosiraportti 2004

Kirsti Tossavainen (toim.)

ISBN 951-712-976-9 (nid.) Dark Oy, Vantaa 2005
ISBN 951-712-977-7 (pdf)
ISSN 0781-2884

TOSSAVAINEN Kirsti (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2004. STUK-B-YTO 239. Helsinki 2005. 58 s. + liitteet 64 s.

Avainsanat: ydinenergia, ydinlaitos, ydinjäte, ydinmateriaalivalvonta, viranomaisvalvonta, tunnusluvut

Tiivistelmä

Raportissa käsitellään ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaa vuonna 2004. Raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen (STUK) selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta. Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinlaitosten suunnitteluun ja käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin.

Ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Olkiluodon laitosyksiköillä työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos oli kansainväliseen tasoon verrattuna pieni. Loviisa 1:llä STUKin ohjeen mukaisesti laskettu, nettosähkötehoon sidottu kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo ylittyi hieman. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön käyttö lupaa jatkettiin luvanhaltijan hakemuksen mukaisesti vuoden 2012 vaihtolatausseinä asti. Loviisan laitosyksiköillä on meneillään laaja automaation uudistamishanke, jonka periaatesuunnitelma käsiteltiin STUKissa.

STUKin toiminnan vaikuttavuutta eli ydinlaitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut eivät osoittaneet sellaisia muutoksia, että ne olisivat edellyttäneet STUKin välitöntä reagointia.

STUK arvioi Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön turvallisuuden valmistellessaan Teollisuuden Voima Oy:n rakentamislupahakemusta koskevaa lausuntoaan kauppa- ja teollisuusministeriölle. Turvallisuuden arvioinnin lisäksi valvontaa kohdistettiin laitosyksikön päälaitteiden valmistukseen ja laitospaikan maanrakennustöihin. STUK arvioi myös luvanhakijan, laitostoimittajan ja alihankkijoiden toimintaa.

FiR 1 -tutkimusreaktorilla ei ollut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Myös tutkimusreaktorin työntekijöiden säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat selvästi asetetut rajat.

Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Ydinmateriaalivalvonnalla todennettiin, että ydinmateriaaleja käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että ydinmateriaalikirjanpito vastasi todellisuutta.

STUK todensi myös, että ydinlaitoksen haltijoiden vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 2004 olivat 10,2 milj. euroa. Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 9,2 milj. euroa, jotka perittiin täysimääräisesti luvanhaltijoilta ja -hakijoilta.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	7
2 SÄÄNNÖSTÖN KEHITTÄMINEN	9
3 YDINLAITOSTEN VALVONTA	10
3.1 Loviisa 1 ja 2	10
3.1.1 Säännösten täytäntöönpano	10
3.1.2 Turvallisuusanalyysien arviointi	11
3.1.3 Laitosmuutosten valvonta	13
3.1.4 Toimintakuntoisuuden valvonta	14
3.1.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta	19
3.1.6 Ydinturvallisuuden tunnusluvut	21
3.1.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi	23
3.2 Olkiluoto 1 ja 2	24
3.2.1 Säännösten täytäntöönpano	24
3.2.2 Turvallisuusanalyysien arviointi	25
3.2.3 Laitosmuutosten valvonta	26
3.2.4 Toimintakuntoisuuden valvonta	26
3.2.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta	30
3.2.6 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut	33
3.2.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi	34
3.3 Olkiluoto 3	35
3.4 Tutkimusreaktori	38
3.5 Muut ydinlaitokset	38
4 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	39
4.1 Ydinjätehuollon ohjelmat	39
4.2 Käytetty ydinpolttoaine	39
4.3 Voimalaitosjätteet ja käytöstäpoisto	40
5 YDINSULKUVALVONTA	41
5.1 Ydinmateriaalivalvonta	41
5.1.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla	41
5.1.2 Ydinmateriaalivalvonnan uudistaminen	42
5.1.3 Ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta	42
5.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta	43
5.3 Ydinkoekiellon valvonta	43

6	TURVALLISUUSTUTKIMUS	45
7	YDINLAITOSTEN VALVONNAN KEHITTÄMINEN	47
7.1	Prosessit ja rakenteet	47
7.2	Uudistuminen ja työkyky	49
7.3	Talous ja resurssit	49
8	VALMIUSTOIMINTA	52
9	VIESTINTÄ	53
10	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	54
11	YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNTA	58
	LIITE 1 YDINLAITOSTURVALLISUUDEN TUNNUSLUVUT VUODELTA 2004	59
	LIITE 2 VUONNA 2004 VALMISTUNEET YDINVOIMALAITOSTEN TURVALLISUUTTA PARANTAVAT HANKKEET	110
	LIITE 3 YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT	112
	LIITE 4 YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN TARKASTUSOHJELMA	118
	LIITE 5 STUKIN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUVAT	119
	LIITE 6 VUONNA 2004 VALMISTUNEET STUKIN RAHOITTAMAT TURVALLISUUSTUTKIMUKSET JA TOIMEKSIANNOT	120

1 Johdanto

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Tämä raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta.

Raportissa käsitellään ydinlaitosten ja ydinjätehuollon valvontaa sekä ydinsulkuvalvontaa. Nämä valvontatehtävät kuuluvat kahdelle STUKin osastolle: ydinvoimalaitosten valvontaosastolle ja ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvontaosastolle.

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui pääasiassa Fortum Power and Heat Oy:n omistamiin Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköihin ja Teollisuuden Voima Oy:n omistamiin Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköihin sekä niiden ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Lisäksi valvottiin suunnitteilla olevaa Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluoto 3 -laitosyksikköä. Fortum Power and Heat Oy:stä ja Teollisuuden Voima Oy:stä käytetään myöhemmin tekstissä myös nimitystä luvanhaltija, luvanhakija tai voimayhtiö. Ydinjätehuoltoon kuuluvasta ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelusta ja myöhemmästä toteutuksesta huolehtii Posiva Oy. Muita valvontakohteita olivat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktori, ydinainesten pienkäyttäjät sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset.

Loviisa 1 on otettu kaupalliseen käyttöön vuonna 1977 ja Loviisa 2 vuonna 1981. Laitosyksiköiden käyttöluvut on uusittu vuonna 1998 ja ne ovat voimassa vuoden 2007 loppuun. Loviisan laitosyksiköt ovat kevytvesityyppiä olevia painevesilaitoksia. Valtioneuvoston myöntämän luvan mukaan

kummankin laitosyksikön suurin sallittu reaktorin nimellislämpöteho on 1500 MW. Tätä reaktoritehoa vastaavat sähkötehon nimellisarvot ovat 510 MW (brutto) ja 488 MW (netto).

Olkiluoto 1:n kaupallinen käyttö alkoi vuonna 1979 ja Olkiluoto 2:n vuonna 1982. Olkiluoto 1 ja 2 ovat kevytvesityyppisiä kiehutovesilaitoksia. Myös Olkiluodon 1 ja 2 -yksiköiden käyttöluvut uusittiin vuonna 1998. Luvat ovat voimassa vuoden 2018 loppuun, ja ne koskevat myös käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoa ja matala- ja keskiaktiivisten jätteiden säilytystiloja. Lupien mukaan Olkiluoto 1:n ja 2:n suurin sallittu reaktorin nimellislämpöteho on 2500 MW. Sitä vastaava bruttosähkötehon nimellisarvo on 870 MW ja nettosähkötehon 840 MW. Lupaehtojen mukaan luvanhaltijan on tehtävä vuoden 2008 loppuun mennessä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kattava turvallisuuden väliarviointi, jonka sisältöä koskevat määräykset antaa STUK.

Olkiluoto 3:lle Teollisuuden Voima Oy haki 8.1.2004 valtioneuvostolta ydinenergialain mukaista rakentamislupaa. Valtioneuvosto myönsi luvan 17.2.2005. Uusi laitosyksikkö on kevytvesityyppinen painevesilaitos, jonka nettosähköteho on noin 1600 MW ja reaktorin lämpöteho 4300 MW.

Ydinvoimalaitosten valvontaa koskevassa raportin osassa selvitetään Loviisan laitosyksiköiden ja Olkiluodon käynnissä olevien laitosyksiköiden turvallisuusanalyysien arviointia ja laitosmuutosten, laitosyksiköiden toimintakuntoisuuden sekä organisaatioiden toiminnan valvontaa. Myös uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin selvitetään. Ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujärjestelmän avulla tarkastellaan ydinvoimalaitoksiin kohdistetun valvontatyön tehokkuutta ja vaikuttavuutta. Raportin liitteenä on mm. yksityiskohtainen

selvitys tunnusluvuista (liite 1), valmistuneista laitosmuutoksista (liite 2) ja ydinvoimalaitosten poikkeuksellisista käyttötapauksista (liite 3). Ydinvoimalaitosten säteilyturvallisuutta selvitetään ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannosten ja kollektiivisten säteilyannosten sekä päästöjen ja ympäristön säteilyvalvonnan tulosten avulla.

Suunnitteluvaiheessa olevaa Olkiluoto 3:a koskevassa osuudessa käsitellään rakentamislupahakemukseen liittyvien asiakirjojen tarkastusta, luvanhakijan ja laitostoimittajan toiminnan arviointia ja päälaitteiden valmistuksen valvontaa.

Ydinjätehuollon valvontaa koskevassa luvussa käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointia ja loppusijoitushankkeen valmistelua sekä voimalaitosjätteen käsittelyyn liittyviä asioita.

Raportissa esitetään laitospaikoilla varastoidun ydinpolttoaineen ja voimalaitosjätteen määrät vuoden lopussa.

Ydinsulkuvalvontaa koskevassa osuudessa kuvataan Suomen ydinlaitosten ja ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvontaa sekä radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvontaa. Raportti sisältää myös selvityksen ydinmateriaalivalvonnan uudistamisesta sekä ydinkoekiellon valvonnasta.

Raportissa käsitellään myös ydinturvallisuussäännösten ja ydinturvallisuusvalvonnan kehittämistä sekä eräitä ydinturvallisuusvalvonnan tukitoimintoja kuten turvallisuustutkimusta, valmiustoimintaa, viestintää ja kehityshankkeita. Raportissa selvitetään lisäksi osallistumista ydinturvallisuusalan kansainväliseen yhteistyöhön.

2 Säännösten kehittäminen

Pekka Salminen

YVL-ohjeiston uudistamista ja ajantasallapitoa jatkettiin. YVL-ohjeet ovat yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia määräyksiä, joita STUK valmistelee ydinenergialain (990/1987) ja valtioneuvoston ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä (395/1991) tekemän päätöksen perusteella. Ohjeissa esitetään ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenetelmiä. STUK päättää ydinlaitoskohtaisesti uusien ohjeiden soveltamisesta ja velvoittavuudesta jo käynnissä oleville laitoksille. Vuonna 2004 tehtyjä soveltamispäätöksiä selvitetään luvuissa 3.1.1 ja 3.2.1.

YVL-ohjetyöryhmissä valmisteltiin tai arvioitiin kaikkiaan noin 34:ää ohjetta, joista vuoden loppuun mennessä valmistui 5 ohjetta. Vuosina 2000–2004 julkaistujen suomenkielisten ohjeiden lukumäärä esitetään kuvassa 1. Englannin kielellä julkaistiin 5 ja ruotsin kielellä 3 ohjetta. YVL-ohjeet julkaistiin painettuina sekä sähköisinä versioina STUKin verkkosivuilla (www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset) ja Finlex-portaalissa (www.finlex.fi); ruotsinkieliset käännökset julkaistiin vain sähköisinä versioina.

Presidentin asetuksella saatettiin 7.5.2004 voimaan ydinmateriaalivalvontaa koskeva IAEA:n, Euratomin ja EU:n ydinaseettomien jäsenmaiden välinen lisäpöytäkirja sekä tähän liittyvä ydinenergialain muutos. Myöhemmin 27.5.2004 hyväksyttiin ydinenergia-asetuksen muutos, jonka valmisteluun STUK osallistui. Lisäpöytäkirjaa koskevan YVL-ohjeen valmistelu aloitettiin.

Edellä mainittuun lisäpöytäkirjaan liittyi osin myös uusi ydinmateriaalivalvontaa koskeva komission asetus (2002/99)), jonka ministerineuvosto hyväksyi huhtikuussa 2004. Asetuksen voimaantulo siirtyi vuoden 2005 puolelle. STUKin edustaja

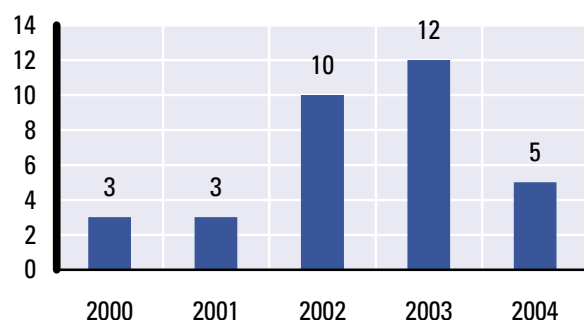
osallistui asetusluonnoksen käsittelyyn neuvoston atomiasiantyöryhmässä.

Vuoden 2004 aikana valtioneuvoston päätöksinä annettuihin yleisiin ydinturvallisuutta koskeviin määräyksiin ei valmisteltu muutoksia.

EU:n komissio valmisteli direktiivejä, jotka koskevat ydinjätehuollon järjestämistä jäsenmaissa ja perustavaa laatua olevia ydinturvallisuusvaatimuksia. STUK on seurannut työn edistymistä ja arvioinut osaltaan näiden luonnosten sisältöä.

Vuoden lopulla komissio antoi ehdotuksen radioaktiivisen jätteen ja käytetyn polttoaineen siirtojen valvontaa ja tarkkailua koskevaksi neuvoston direktiiviksi, jolla on tarkoitus korvata direktiivi 92/3. Direktiiviehdotuksen käsittely atomiasiantyöryhmässä jatkuu vuonna 2005.

Ydinturvallisuutta koskevia suosituksia antavat myös kansainväliset järjestöt EU, IAEA ja OECD/NEA. STUK seuraa myös muiden maiden kansallisten viranomaisten säännöstötoimintaa eri yhteistyöfoorumeilla. Näiltä taholta ei tullut aiheetta kansallisiin säännösten päivityshankkeisiin. STUK valmisteli kansalliset lausunnot IAEA:lle kahden turvallisuusohjeen luonnoksesta.



Kuva 1. Julkaistujen YVL-ohjeiden määrä.

3 Ydinlaitosten valvonta

Kirsi Alm-Lytz, Timo Eurasto, Juhani Hinttala, Tarja K. Ikäheimonen, Marja-Leena Järvinen, Seppo Klemola, Tapani Koljander, Jouko Mononen, Matti Ojanen, Rainer Rantala, Suvi Ristonmaa, Pekka Salminen, Seija Suksi, Heimo Takala, Petteri Tiippa, Keijo Valtonen, Vesa-Pekka Vartti, Olli Vilamo, Reino Virolainen, Tapani Virolainen

3.1 Loviisa 1 ja 2

3.1.1 Säännösten täytäntöönpano

STUKissa on otettu käyttöön menettely, joka koskee uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin. Menettelyn mukaan YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun STUK harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimuksien soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perustelluina.

Käyttöön otetun menettelyn mukaiset täytäntöönpanopäätökset annettiin ohjeille

- YVL 1.5, Ydinvoimalaitoksia koskeva raportointi STUKille, 8.9.2003
- YVL 2.2, Ydinvoimalaitosten teknisten ratkaisujen perustelemiseksi tehtävät häiriö- ja onnettomuusanalyysit, 26.8.2003
- YVL 2.5, Ydinvoimalaitoksen käyttöönotto, 29.9.2003
- YVL 2.8, Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit ydinvoimalaitosten turvallisuuden hallinnassa, 28.5.2003

- YVL 3.8, Ydinvoimalaitosten painelaitteet. Rikkomattomat määräaikaistarkastukset, 22.9.2003
- YVL 6.3, Ydinpolttoaineen ja säätösauvojen valvonta, 28.5.2003
- YVL 6.8, Ydinpolttoaineen varastointi ja käsittely, 27.10.2003
- YVL 7.5, Ydinvoimalaitoksen meteorologiset mittaukset, 28.5.2003
- YVL 7.11, Ydinvoimalaitoksen säteilymittausjärjestelmät ja -laitteet, 13.7.2004
- YVL 7.18, Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa huomioon otettavat säteilyturvallisuuskohdat, 26.9.2003.

Ennen täytäntöönpanopäätöksiä Fortum Power and Heat Oy esitti arvion kunkin ohjeen vaatimusten toteutumisesta. Loviisan laitossyksiköt täyttävät ohjeiden YVL 1.5, YVL 2.5, YVL 6.3 ja YVL 6.8 kaikki vaatimukset ja ohjeet tulivat Loviisan laitoksella voimaan sellaisenaan.

Fortum Power and Heat Oy esitti arviossaan, että ohjeen YVL 2.2 turvallisuusvaatimukset täyttävät Loviisan voimalaitoksella. Loviisan laitossyksiköille tehtyt häiriö- ja onnettomuusanalyysit täyttävät pääosin uudessa ohjeessa esitetyt vaatimukset. Ainoana puutteena todettiin se, että häiriö- ja onnettomuusanalyysissä ei ole arvioitu uuden ohjeen edellyttämää onnettomuudessa vaurioituvien polttoainesauvojen lukumäärää. Luvanhaltija korjaa puutteen samalla kun analyysit päivitetään uusien hätätilanneohjeiden kehityshankkeen ja Loviisan laitoksen automaatiouudistushankkeen yhteydessä. STUKilla ei päätöksessään ollut huomauttamista luvanhaltijan esittämään arvioon ja toimenpiteisiin.

Ohjetta YVL 2.8 koskevassa arviossaan luvanhaltija esitti, että se laatii putkistojen määräaikaiset tarkastusohjelmat seuraaville 10 vuoden jaksoille käyttäen laadinnassa riskitietoisia menettelyjä. STUKin pyynnöstä luvanhaltija täydensi selvitystään koskien turvallisuusanalyysin käyttöä turvallisuusteknisten käyttöehtojen, turvallisuusluokituksen ja käynnin aikaisen ennakko-ohjelman kehittämiseksi. STUK vahvisti päätöksellään luvanhaltijan esittämät aikataulut näiden uusien vaatimusten soveltamiseksi. Ydinvoimalaitoksen suunnittelua koskevana poikkeamana asetetusta entistä korkeammasta vaatimustasosta hyväksyttiin, ettei uusien ydinvoimalaitosten suunnitteluperusteeksi asetettua sydänvauriotaajuutta saavuteta Loviisan ydinvoimalaitoksella. Loviisan laitoksen sydänvauriotaajuus on voimayhtiön analyysin mukaan noin $1,5 \cdot 10^{-4}$ /vuosi, kun ohjeen YVL 2.8 mukainen tavoitearvo on 10^{-5} /vuosi.

Ohjeen YVL 3.8 osalta luvanhaltija esitti suunnitelman uusien päteväntävaatimusten täyttämiseksi. STUK hyväksyi arvioinnin turvallisuusvaatimusten täyttymisestä ja suunnitelman tarkastusjärjestelmien päteväisyydestä huomautuksin. Pätevointiaikataulu ulottuu vuoteen 2010 asti.

Ohjeesta YVL 7.5 toimitettua selvitystä STUK ei pitänyt riittävänä, vaan edellytti sekä laitospaikan säätöjärjestelmän kehittämistä että laitoksen suojavyöhykkeellä olevien havaintopaikkojen lisäämistä. Luvanhaltija on toimittanut STUKille tarkennetun suunnitelman. Ohjeen YVL 7.11 osalta STUK saattoi luvanhaltijan selvityksen pohjalta todeta, että erityisesti laitoksen juuri uusittu kiinteän säteilymittausjärjestelmän johdosta laitos täyttää uuden ohjeen vaatimukset. Ohjetta YVL 7.18 koskenut luvanhaltijan selvitys vastasi pääosin STUKin käsitystä vaatimusten täyttymisestä. STUK edellytti kuitenkin lisäselvityksiä eräiden vakavien onnettomuuksien säteilyolosuhteisiin varautumista koskevien vaatimusten osalta.

3.1.2 Turvallisuusanalyysien arviointi

Deterministiset turvallisuusanalyysit

Luvanhaltijat päivittävät ydinvoimalaitosten deterministiset turvallisuusanalyysit käyttölupien uusimisen yhteydessä. Analyysit päivitetään myös laitoksella tehtävien muutosten yhteydessä tai käyttötapauksien antaessa päivittämiseen ai-

hetta. STUK tarkastaa luvanhaltijan analyysit ja tekee tai teettää tarvittaessa omia vertailuanalyysijä. Vuonna 2004 ei Loviisan laitosta koskevia deterministisiä turvallisuusanalyysijä toimitettu STUKille tarkastettavaksi.

Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

STUKissa tehtiin Loviisan laitoksen seisokkitilojen sääriskianalyysin yleistarkastus. Voimayhtiön toimittama analyysi sisälsi arvion seisokkitilojen riskeistä, jotka koskevat normaalia, noin kuukauden mittaista vuosihoitoseisokkia. Analyysin mukaan seisokkitilojen aikaiset sää- ja muut ympäristöilmiöt muodostavat suuren osan Loviisan laitoksen arvioitusta sydänvaurion todennäköisyydestä. Riskin kannalta tärkeimpiä ympäristöilmiöitä ovat samanaikainen korkea ilman ja meriveden lämpötila sekä öljy- tai kemikaalipäästöt ja leväesiintymät, jotka saattavat kulkeutua meriveden mukana merivesikanavaan ja estää jäähdytysveden ottamisen laitokselle.

Voimayhtiö arvioi seisokin aikaisista sisäisistä alkutapahtumista ja tulvista johtuvaksi sydänvaurion todennäköisyydeksi $9,6 \cdot 10^{-5}$ lyhyttä vuosihoitoseisokkia kohti. Meriveden korkean lämpötilan (yli 25 °C) ja samanaikaisen ilman korkean lämpötilan (yli 31 °C) aiheuttamaksi riskiksi on arvioitu noin $6 \cdot 10^{-5}$. Sydänvaurioriskin arvioitiin johtuvan siitä, että instrumenttitilojen ilmastoinnin jäähdytyskoje saattaa pysähtyä kylmäaineen paineesta johtuvan suojalaukaisun takia lämpötilan kohotessa liian korkealle (ilma 31 °C , meri 25 °C), kun toinen koje on huollon takia poissa käytöstä.

Seisokkiriskianalyysissä tarkasteltiin öljyn tai tahraavien kemikaalien joutumista meriveden mukana laitoksen merivesijärjestelmiin, joissa ne voisivat aiheuttaa tukkeutumista ja vaarantaa normaalin jälkilämmön poiston. Öljystä johtuvan onnettomuuden todennäköisyys perustuu tietoihin öljyonnettomuuksista kaikkialla maailmassa. Viimeisen 25 vuoden aikana on tapahtunut yhdeksän tuhansien tonnien öljyvuotoa. Yli 700 tonnin öljyvuotojen taajuus on 7,3 vuodessa viimeisten 10 vuoden aikana. Näistä tiedoista on arvioitu Suomenlahdella tapahtuvan suuren, Loviisan laitokseen vaikuttavan onnettomuuden taajuudeksi $0,002$ /vuosi. Ottaen huomioon seisokkitilojen aikaosuuden vuodesta sekä vastatoimenpiteiden epäonnistumisen todennäköisyyden, oli öljyn tai

muiden kemikaalien aiheuttama sydänvaurion todennäköisyys voimayhtiön arvion mukaan $2 \cdot 10^{-5}$ vuosihuoltoseisokkia kohti.

Voimayhtiö arvioi levästä tai samanaikaisesta myrskytuulesta ja leväsiintymästä johtuvan sydänvaurion todennäköisyydeksi $1,5 \cdot 10^{-5}$ vuosihuoltoseisokkia kohti. Levä voi tukkia laitoksen turvallisuudelle tärkeitä merivesijäähdytysjärjestelmiä. Myrskytuuli voi aiheuttaa ulkoisen sähköverkon menetyksen ja samanaikaisesti irrottaa levää, joka varavoimadieselien jäähdytysjärjestelmään kulkeutuessaan voisi pahimmassa tapauksessa estää dieselien toiminnan ja aiheuttaa täydellisen sähkömenetyksen.

Muiden alkutapahtumien osuus on yhteensä noin $1 \cdot 10^{-6}$ vuosihuoltoseisokkia kohti.

Tekemänsä yleistarkastuksen perusteella STUK edellytti, että voimayhtiö toimittaa STUKille suunnitelman seisokkitilojen sääriskejä vähentävistä toimenpiteistä. Voimayhtiön vastauksessa esitettiin järjestelmien tilatietojen seurannan perusteella tehty aiempaa täsmällisempi arvio korkean meriveden ja ilman lämpötilojen aiheuttamasta elektroniikkatilojen ilmastoinnin menetyksen taajuudesta. Uusi selvitys osoitti ilmastointikojeiden toimivan, vaikka ulkoilman ja meriveden lämpötila nousisi noin 35 °C :een. Tämä on selvästi korkeampi lämpötila kuin suunnitteludokumenttien perusteella oli aikaisemmin arvioitu. Uuden arvion perusteella ilmastoinnin menetyksestä johtuvaa riskiä voidaan pitää pienenä.

Selvityksessään voimayhtiö esitti uuden arvion myös öljypäästöjen aiheuttamalle sydänvaurion todennäköisyydelle. Arvio sydänvaurion todennäköisyydestä on pienentynyt puoleen aiemmasta arvion (arvosta noin $2 \cdot 10^{-5}$ /vuosi arvoon $9,9 \cdot 10^{-6}$ /vuosi) johtuen pääosin vuosihuoltoseisokissa 2004 käyttöön otetusta jälkilämmönpoistojärjestelmän varajärjestelmästä. Voimayhtiö jatkaa Suomenlahdella tapahtuvien öljyonnettomuuksien taajuuksien, seurausten ja torjuntamahdollisuuksien selvittämistä. Jatkossa on tarkoitus analysoida aiempaa täsmällisemmin myös todennäköisyyttä öljyn kulkeutumisesta Loviisan laitokselle Suomenlahdella tapahtuvan öljyonnettomuuden seurauksena. Voimayhtiö selvittää myös keinoja, joilla estetään öljyn pääsy laitoksen merivesikanaan.

Selvityksessä esitettyjen uusien tietojen sekä vuonna 2004 toteutettujen laitosmuutosten perus-

teella vuosihuoltoseisokin sääriskien (öljypäästöt mukaan lukien) aiheuttama sydänvaurion todennäköisyys on pienentynyt noin $9,6 \cdot 10^{-5}$:stä noin $1,3 \cdot 10^{-5}$:een.

STUK tekee erikseen seisokkitilojen sääriskianalyysille yksityiskohtaisen tarkastuksen.

Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön turvallisuusanalyysi

Loviisan ydinvoimalaitoksen reaktoripainesäiliöiden käyttöä koskevat luvat ovat määräaikaaisia. Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön käytön jatkamista koskeva, vuonna 1996 myönnetty lupa oli voimassa vuoden 2004 vaihtolatausseisokkiin asti. Fortum Power and Heat Oy toimitti STUKille vuoden 2003 lopussa hakemuksen, joka koski Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön käytön jatkamista vuoden 2012 vaihtolatausseisokkiin saakka.

Neutronisäteilyllä on haitallisia vaikutuksia reaktoripainesäiliön rakennemateriaaleihin. Säteily aiheuttaa teräksen mikrorakenteeseen muutoksia, jotka nostavat ferriittisen teräksen murtumiskäyttäytymistä kuvaavaa sitkeä-hauras-transitiolämpötilaa. Alemmissa lämpötiloissa teräksen plastinen muodonmuutoskyky heikkenee ja teräs muuttuu hauraaksi. Jos rakenteeseen kohdistuu tällaisessa lämpötilassa voimakas jännitys ja jos kyseisessä kohdassa on lisäksi riittävän suuri särö, särö alkaa kasvaa nopeasti ja rakenne murtuu. Suuri jännitys alhaisessa lämpötilassa voi syntyä esimerkiksi hätäjäähdytystilanteessa. Neutronisäteilystä aiheutuvan transitiolämpötilan muutosherkkyttä lisäävät teräksessä olevat epäpuhtaudet. Näitä epäpuhtauksia (fosfori ja kupari) on etenkin Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön sydänalueen hitsisaumassa.

Vuonna 1980 testatut, Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön sisällä säteilytyksessä olleet materiaalinäytteet osoittivat, että haurastuminen oli huomattavasti laitostoimittajan esittämää ennustetta nopeampaa. Tämän jälkeen molemmilla laitostyökoilla on tehty lukuisia muutoksia haurastumisen hidastamiseksi ja kuormitusten pienentämiseksi.

Teräksen sitkeysominaisuudet voidaan palauttaa lähes säteilytyksestä edeltävälle tasolle lämpökäsittämällä se säteilytyslämpötilaa korkeammassa lämpötilassa. Vuoden 1996 polttoaineenvaihtoseisokissa Loviisa 1:n reaktorin sydäntä lähinnä oleva haurastunut hitsisauma kuumennettiin $475\text{--}500\text{ °C}$:een 100 tunnin ajaksi.

Mikrorakenteeseen jää kuitenkin muutoksia ja uudelleenaurastumisen mekanismit poikkeavat jonkin verran ennen hehkutusta tapahtuneista muutoksista. Vuoden 1996 lupamenettelyn yhteydessä tehdyssä turvallisuusanalyysissä uudelleenaurastumisnopeus arvioitiin normaalia käyttäntä konservatiivisemmalla tavalla.

Uusien säteilyseurantanäytteiden säteilytys aloitettiin reaktoripainesäiliössä lämpökäsittelyn jälkeen vuonna 1996. Koesauvat on leikattu koehitsistä, mikä koostumukseltaan on hyvin lähellä Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön haurastunutta hitsiä. Kolmen vuoden säteilytyksen jälkeen näytteet olivat saaneet likimain yhtä suuren annoksen kuin painesäiliön seinämä ennen hehkutusta ja ne lämpökäsiteltiin. Tämän jälkeen näytteiden säteilytystä jatkettiin yhdestä neljään vuoteen ennen testausta.

Analyysissä käytetty reaktoripainesäiliön hitsisauman transitiolämpötilan määrittäminen perustuu sekä vanhojen että uusien säteilyseurantanäytteiden testauksista (hehkutusta ja uudelleen säteilytys) saatuihin koetuloksiin. Koetuloksista on johdettu transitiolämpötilalle kaava annoksen ja fosforipitoisuuden funktiona siten, että kaava on koetuloksiin nähden konservatiivinen. Säteilyseurantanäytteiden transitiolämpötilojen määrittämisessä ja sitkeyden kvantitatiivista arvoa kuvaavan murtumissitkeyden laskennassa on käytetty Valtion teknillisessä tutkimuskeskuksessa (VTT) kehitettyä ”Master käyrä” -menetelmää, jonka avulla voidaan vähentää murtumissitkeyden määrittämiseen liittyviä epävarmuustekijöitä. ”Master käyrä” -menetelmää ollaan ottamassa käyttöön useissa maissa.

Loviisan laitoksen reaktoripainesäiliöt tarkastetaan vähintään kahdeksan vuoden välein mahdollisten vikojen löytämiseksi. Loviisa 1:n painesäiliön sydäntä lähinnä oleva alue tarkastettiin ainettarikkomattomin menetelmin (ultraääni ja pyörrevirta) vuoden 2004 seisokissa.

Hakemuksensa tueksi Fortum Power and Heat Oy toimitti uusitun turvallisuusanalyysin. Kuormituksiin liittyvät termohydrauliset analyysit ja murtumismekaaniset analyysit on uusittu kokonaisuudessaan. Suurin muutos on kuitenkin edellä kuvattu sitkeä-hauras-transitiolämpötilan uudelleenarviointi.

STUK tarkasti ja arvioi Fortum Power and Heat Oy:n toimittamat lämpökäsiteltyä reaktori-

painesäiliötä koskevat säteilyseurantaohjelman tulokset, analyysit ja muut reaktoripainesäiliön käytön jatkamista koskevat perustelut. STUK laati turvallisuusarvion, jonka keskeisimmät johtopäätökset ovat seuraavat:

- Uudelleenaurastumisnopeus on määritetty riittävän konservatiivisesti.
- Deterministinen analyysi osoittaa, että reaktoripainesäiliö säilyy eheänä kaikissa oletetuissa kuormitustilanteissa.
- Todennäköisyyspohjaisen analyysin tuloksena saatava murtumisriski on vain vähäinen osa vakavan reaktorionnettomuuden kokonaisriskistä.

STUK hyväksyi Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksen mukaisesti Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön käytön vuoden 2012 vaihtolatausseisokkiin asti.

3.1.3 Laitosmuutosten valvonta

Merkittävin meneillään oleva laitosmuutoshanke Loviisan laitoksella on vuoden 2004 lopulla toteutusvaiheeseen edennyt laitosyksiköiden automaation uusiminen. Hanke alkoi uusien automaatioilojen rakentamisella ja hankkeen on tarkoitus valmistua lopullisesti vuonna 2014. Uudistus on suunniteltu toteutettavan vaiheittain siten, että vuosihuoltojen aikana voidaan ottaa käyttöön kulloinkin uudistettu osa uutta automaatiota. STUKissa perustettiin vuoden 2004 alussa valvontaprojekti automaatiouudistukseen liittyvien asiakirjatarkastusten ja valvonnan koordinoimiseksi. STUK hyväksyi voimayhtiön toimittaman automaation periaatesuunnitelman tietyin lisävaatimuksin, jotka tulee huomioida hankkeen myöhemässä vaiheessa. Loppuvuodesta 2004 luvanhaltija toimitti STUKille käsiteltäväksi Loviisa 1:n uusia automaatorakennuksia koskevat yksityiskohtaiset suunnitelmat. Hyväksytyjen suunnitelmien pohjalta voimayhtiö aloitti automaatorakennusten rakennustyöt. STUK valvoi töiden etenemistä.

Vuoden 2004 vuosihuoltoseisokin aikana laitosyksiköillä valmistui mm. uuteen jälkilämmönpoistojärjestelmään liittyvät muutokset, joista on yksityiskohtainen kuvaus liitteessä 2. STUK valvoi laitteiden ja rakenteiden muutostöiden toteuttamista laitospaikalla ja laitteiden valmistajien luona tehdyin tarkastuksin sekä luvanhaltijan laatimien selvitysten avulla. Muutostöiden valvon-

taan liittyi myös STUKin ja luvanhaltijan välisiä kokouksia sekä STUKin sisäisiä kokouksia.

Laitoksella tehtyjen muutosten seurauksena myös useat laitoksen toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste sekä käyttö- ja kunnossapito-ohjeisto muuttuivat. STUK valvoi näihin asiakirjoihin tehtyjä muutoksia sekä seurasi yleisesti muutostöistä johtuneen laitospäivittämistä. Seurannan tulokset esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.6).

3.1.4 Toimintakuntoisuuden valvonta

Turvallisuusteknisien käyttöehtojen noudattaminen

Loviisan voimalaitoksen turvallisuusteknisien käyttöehtojen noudattamista valvottiin seuraamalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisien käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Vuosihuoltoseisokkien päätyttyä tarkastettiin, että laitossyksikkö oli käyttöehtojen mukaisessa tilassa ennen kuin laitossyksikön käynnistys voitiin aloittaa. Luvanhaltija on velvollinen raportoimaan STUKille välittömästi turvallisuusteknisien käyttöehtojen vaatimuksista poikkeavista tilanteista.

Loviisan laitossyksiköillä oli kaksi tilannetta, joissa laitossyksikkö ei ollut turvallisuusteknisien käyttöehtojen mukaisessa tilassa (liite 1, tunnusluku A.I.2). Kumpikin tilanne sattui Loviisa 2:lla ja ne olivat sekundääripiirin poistokaasujen aktiivisuusmittausten toimimattomuus ja lyhytaikainen häiriö jälkilämmönpoistossa vuosihuollon aikana. Tapahtumia selvitetään yksityiskohtaisemmin liitteessä 3. Luvanhaltija on suunnitellut ja tehnyt toimenpiteitä tapahtumien toistumisen estämiseksi.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakkoon STUKilta hyväksymistä poikkeamalle. Vuonna 2004 luvanhaltija haki lupaa yhdeksälle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamatilanteiden turvallisuusmerkityksen analyysin jälkeen STUK hyväksyi kaikki hakemukset. Poikkeusluvista viisi koski laitosmuutosten aiheuttamia poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista.

Käyttö ja käyttötapahtumat

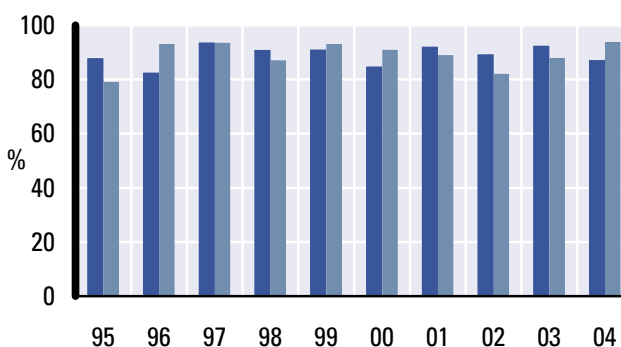
Loviisan laitossyksiköt toimivat luotettavasti vuonna 2004. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli 87,1 % ja Loviisa 2:n 93,8 %. Kuvassa 2 esitetään laitossyksiköiden energiakäyttökertoimet vuosilta 1995–2004. Vuosihuoltoseisokin pituus Loviisa 1:llä oli 47 vuorokautta ja Loviisa 2:lla 22,5 vuorokautta. Lisäksi kummallakin laitossyksiköllä oli yksi lyhytaikainen tuotantokatkos. Loviisa 1:llä se johtui suojausjärjestelmän vian seurauksena tapahtuneesta reaktorin pikasulusta (kuvaus liitteessä 3) ja Loviisa 2:lla sekundääripiirin syöttövesijärjestelmän takaiskuventtiilin vuodon korjauksesta.

Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat kummallakin laitossyksiköllä 0,25 %. Laitevioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g). Kuvassa 3 esitetään laitossyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2004.

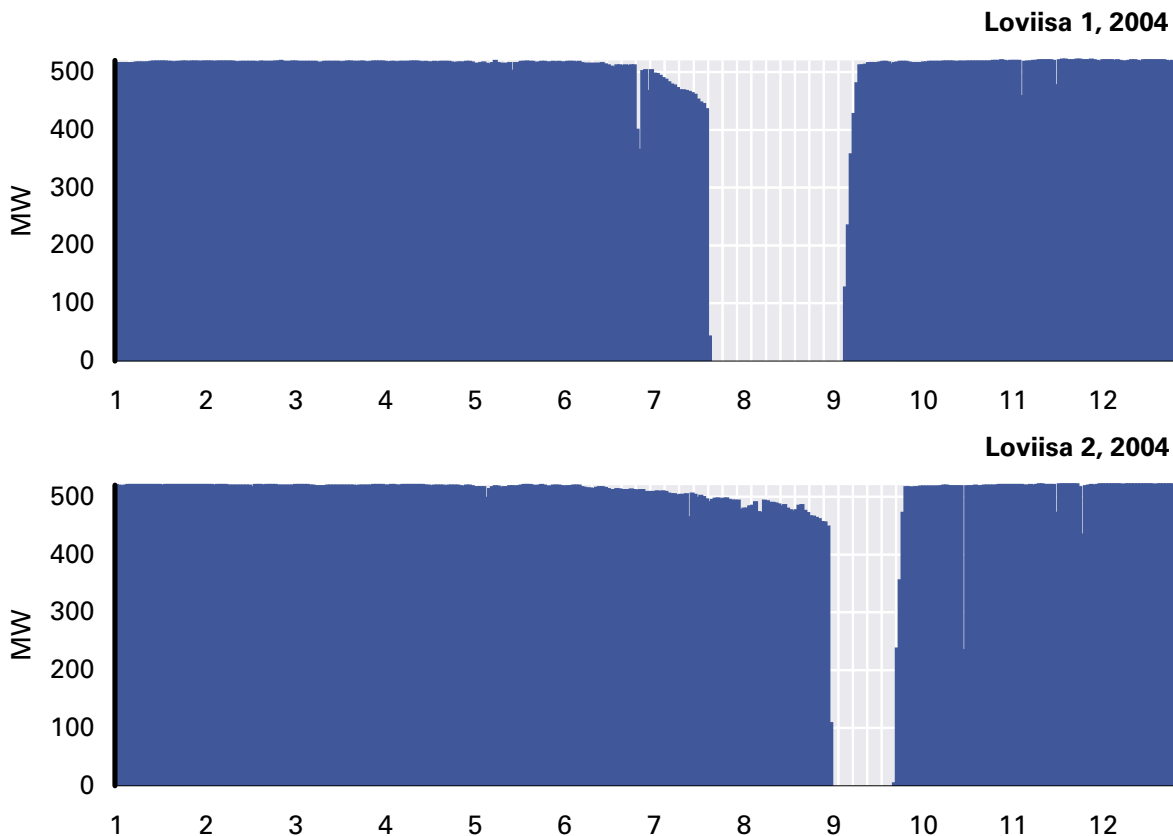
Loviisan laitossyksiköillä sattui kolme erikoisraportoitua tapahtumaa, yksi reaktorin pikasulku ja yhdeksän erityisen käyttöhäiriöraportoinnin piiriin kuulunutta häiriötä (liite 1, tunnusluku A.II.1). Erikoisraportoidut tapahtumat olivat seuraavat:

- Polttoainenipun käsittelyvirhe Loviisan laitoksen käytetyn polttoaineen varastolla (INES 0)
- Aktiivisuusmittausten toimimattomuus Loviisa 2:lla (INES 0)
- Jälkilämmönpoiston häiriö Loviisa 2:lla (INES 0)

■ Loviisa 1 ■ Loviisa 2



Kuva 2. Loviisan laitossyksiköiden energiakäyttökertoimet.



Kuva 3. Loviisan laitostyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2004.

Reaktorin pikasulkua ja erikoisraportoituja tapahtumia selvitetään yksityiskohtaisemmin liitteessä 3. Kuvassa 4 esitetään INES-luokkaan 1 luokiteltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1995–2004. Kyseisellä ajanjaksolla ei Loviisan laitoksella ole ollut luokkaa 1 korkeampiin INES-luokkiin luokiteltuja tapahtumia.

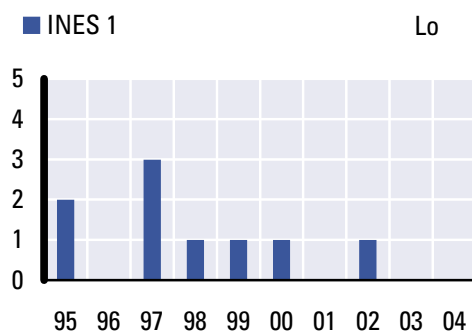
Tapahtumakohtaisten raporttien lisäksi Loviisan voimalaitokselta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosira-

portit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

Vuosihuoltoseisokit

Loviisa 1:n vuosihuolto oli laaja, kahdeksan vuoden välein pidettävä huolto, jossa tehtiin sekä primääri- että sekundääripiiriin aikaavievät painekokeet. Näihin pitkiin vuosihuoltoihin ajoitetaan aina myös muita laajoja tarkastus-, huolto- ja muutostöitä. Loviisa 1:n vuosihuolto oli 24.7.–8.9.2004. Vuosihuollon kokonaiskesto, 47 vuorokautta, oli noin viisi vuorokautta suunniteltua pidempi. Seisokin piteneminen johtui mm. reaktoripainesäiliön suunniteltua kauemmin kestäneestä tarkastuksesta, reaktorin mittausputkiston virtausrajoittimien asennuksesta, lisäveden lämmönvaihtimen putki- ja päätylaipan vaihdosta, aikaa vieneistä höyrystintilan loppusiivoustoista sekä paineistimen ruiskutusventtiilin vuodon korjaamisesta.

Loviisa 2:n vuosihuolto oli ns. polttoaineen-



Kuva 4. Loviisan laitoksen INES-luokitellut tapahtumat (INES-luokka vähintään 1).

vaihtoseisokki ja se pidettiin 4.9.–26.9.2004. Vuosihuollon kestoksi tuli lähes suunnitellun mukaiset 22,5 vuorokautta.

Loviisa 1:n vuosihuollossa tapahtui 6 kV:n kytkinlaitoksella 29.7.2004 Loviisan laitoksen käyttöhistorian ensimmäinen kuolemaan johtanut työtäpaturma. Loviisa 2:lla tapahtui 16.9.2004 lyhytaikainen häiriö jälkilämmönpoistossa. Tapahtumista on erilliset kuvaukset liitteessä 3.

Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokin aikana tehtiin laitosmuutos, jolla varmennetaan laitossyöksiköiden jälkilämmönpoistoa. Muutosta selvitetään liitteessä 2. Vuosihuolloissa tehtyjä korjaus- ja huoltotöitä selvittää jäljempänä kohdassa ”Huolto- ja korjaustyöt”.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Loviisa 1:llä 1,93 manSv ja Loviisa 2:lla 0,44 manSv. Työntekijöiden säteilyannoksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin jäljempänä kohdassa ”Säteilyturvallisuus” sekä liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

STUKin valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisen töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpoltoaineen vaihtoon, luvanhaltijan ja alihankkijoiden tekemiin tarkastuksiin ja testauksiin. Valvonnassa kiinnitettiin huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen, valvomotyöskentelyyn ja yleiseen järjestykseen. Ennen polttoaineen uuden käyttöjakson alkua tarkastettiin uutta polttoainelatausta varten tehdyt turvallisuusanalyysit. Lisäksi tarkastettiin, että polttoaineniput ladattiin reaktoriin suunnitelman mukaisesti. Ydinmateriaalien varastomääritys tarkastettiin ennen reaktoripainesäiliön kannen sulkemista. STUK valvoi myös laitossyöksiköiden pysäytystä seisokkitilaan ja käynnistystä seisokkien jälkeen.

STUK kiinnitti Loviisa 1:n vuosihuollon valvonnassa huomiota sivumerivesipiirissä tehtyjen putkistomuutosten asennustöiden turvallisuusvaikutusten puutteelliseen selvittämiseen sekä eräiden laitostilojen epäjärjestykseen ja epäsiisteyteen. Loviisa 2:n vuosihuollossa siisteystasoon ei ollut huomauttamista. Vuosihuoltoseisokkien aikana oli todettavissa puutteita henkilöresursseissa lähinnä vuosihuoltojen aikaisissa työnjohtotehtävissä.

Loviisan laitoksen vuosihuoltoseisokkien valvontaan laitospaikalla käytettiin 172 työpäivää. Lisäksi laitoksella työskenteli vakituisesti yksi paikallistarkastaja.

Huolto- ja korjaustyöt

Loviisa 1:n pitkässä vuosihuollossa voimayhtiö teki sekä primääri- että sekundääripiirin painekokeet. Lisäksi tehtiin mm. reaktoripainesäiliön ja reaktorin sisäosien tarkastukset, toisen korkeapaineturbiinin ja vastaavan generaattorin täyshuolto. Reaktoripainesäiliön sisäpuoliset tarkastukset tehtiin STUKin hyväksymillä pätevyillä tarkastusmenetelmillä. Niissä, kuten muissakaan ennalta hyväksytyn ohjelman mukaisissa tarkastuksissa, ei havaittu hyväksymisrajan ylittäviä näyttämiä.

Loviisa 1:n sivumerivesijärjestelmän putkistojen kunnonvalvonnasta saatujen tulosten perusteella voimayhtiö oli päättänyt uusia järjestelmän putkilinjat pumpuilta lämmönvaihtimille. Putkisto valmistettiin hiiliteräksestä ja sisäpinta kumioitiin kovakumilla. Samalla asennusteknisistä syistä putkikokoa pienennettiin. Syöttövesijärjestelmässä jatkettiin eroosiokorroosion aiheuttaman kulumisen johdosta putkistousintoja sekä höyrystintilassa että sen ulkopuolella.

Voimayhtiö jatkoi vuosihuolloissa kummallakin laitossyöksiköllä säätösauvakoneistojen suojaputkien lämpötila-anturien alueiden tarkastuksia aikaisempien säröhavaintojen perusteella (vuosiraportit 2002 ja 2003). Loviisa 1:llä havaittiin vuoden 2004 tarkastuksissa vikoja kahdessa säätösauvakoneiston suojaputkessa ja ne vaihdettiin. Loviisa 2:lla vikoja havaittiin kymmenessä suojaputkessa. Kummankin laitossyöksikön kaikki vialliset säätösauvakoneistojen suojaputket on nyt vaihdettu. Samoin on poistettu kosteutta keräävät ja siitä syystä jännityskorroosiota aiheuttavat lämpötila-antureiden lämmöneristeiden kotelot kaikista suojaputkista.

Voimayhtiö havaitsi vuosihuolloissa tehdyissä reaktoripainesäiliön kannen tarkastuksissa, että kummallakin laitossyöksiköllä kahdessa kannen säätösauvakoneiston läpivientiyhteessä oli vettä yhdeputken ja korroosiosuojaholkin välissä. Tarkastukset tehtiin samantyyppisiltä VVER-laitoksilta saatujen käyttökokemustietojen perusteella. Kameralla tehdyissä yhteen sisäpinnan visuaalisissa tarkastuksissa ei lämpösuojaoholkeissa todettu pullistumia tai muita näkyviä muutoksia. Voimayhtiö toimitti ennen laitossyöksikön käynnistämistä STUKille havaintoja ja niiden turvallisuusmerkitystä koskevan selvityksen, jonka johdopäätöksenä on, että tapahtuma ei anna aiheutta välittömiin korjaaviin toimenpiteisiin. Pidemmällä

aikavälillä tehtäviä korjaavia toimenpiteitä selvitetään alkaneen käyttöjakson aikana.

Molemmilla laitosyksiköillä tarkastettiin kahden höyrystimen lämmönvaihdinputket. Tarkastustulosten perusteella Loviisa 1:n höyrystimistä tulpattiin yhteensä 13 lämmönvaihdinputkea ja Loviisa 2:n höyrystimistä yhteensä 4 lämmönvaihdinputkea.

STUK teki Loviisan laitoksella vuosihuolto-
seisokkien aikana 26:lle turvallisuusluokkien 1 ja 2 rekisteröitäville painelaitteelle painelaitelain edellyttämiä tarkastuksia. Lisäksi painelaitteiden määräaikaistarkastuksia valvottiin tarkastamalla niitä koskevat ohjelmat. Mekaanisten laitteiden rakennetarkastuksia, korjaus- ja muutostyön tarkastuksia ja käyttöönttö tarkastuksia tehtiin yhteensä 323. Yksi tarkastus muodostuu yhdestä tai useammasta osatarkastuksesta kuten tulosa-
aineiston tarkastuksesta, laitteen tai rakenteen tarkastuksesta, paine- tai tiiveyskokeesta, toimintakokeesta tai käyttöturvallisuustarkastuksesta. Lisäksi tehtiin 22 sähkö- ja automaatiolaitteiden tarkastusta, jotka myös koostuvat useasta osatarkastuksesta.

STUK valvoi laitospaikalla myös Loviisan voimalaitoksen tarkastusyksikön ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL” tarkastuksia, joita se teki turvallisuusluokkiin 3, 4 ja luokkaan EYT kuuluville ydinteknisille painelaitteille ja muille mekaanisille laitteille ja rakenteille. Turvallisuusluokitus perustuu STUKin ohjeeseen YVL 2.1, jonka mukaan ydinvoimalaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet ryhmitellään turvallisuusluokkiin 1, 2, 3 ja 4 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Kohteet, joiden merkitys turvallisuudelle on suurin, kuuluvat turvallisuusluokkaan 1.

Ikääntyminen

Loviisan voimalaitoksen käyttöä hallinnan strategisena tavoitteena on tällä hetkellä 50 vuoden käyttöikä. Vuoden 2002 organisaatiouudistuksessa Loviisan laitokselle muodostetun voimalaitostekniikan ryhmän yhtenä päätehtävänä on käyttöä hallinta. Käyttöä hallintaa koskeva menettelyohje uusittiin vuoden 2003 alussa. Ohjeessa kuvattuja laitoksen käyttöä hallintamenettelyjä on vuoden 2004 aikana kehitetty. Tarkoituksena on tehostaa järjestelmän käyttöä kehitteillä olevan uuden teknisen tietohallintojärjestelmän avulla vuoden 2005 aikana. Sähkö- ja automaatiojärjes-

telmien ja -laitteiden vanhenemisen seurantaraportoinnille on laadittu vuoden aikana ohjeet.

Merkittävänä Loviisan laitoksen käyttöikään vaikuttavia toimenpiteenä vuoden 2004 lopulla oli laitoksen automaation uusimista koskevan hankintapäätöksen tekeminen ja toimittajan valinta. Tarkoituksena on uudistaa laitoksen automaatio vuosina 2006–2014.

STUK valvoi käyttöä hallintaa tarkastamalla mekaanisia laitteita sekä sähkö- ja automaatiolaitteita koskevat vanhenemisen seurantaraportit ja käyttöä hallintaa koskevan ohjeiston sekä mekaanisiin laitteisiin, sähkö- ja automaatiojärjestelmiin sekä rakenteisiin kohdistuvien tarkastusten ja käytönvalvontaohjelman tarkastusten yhteydessä.

Tärkeimpien mekaanisten komponenttien ainetarikkomattomilla menetelmillä tehtävien määräaikaistarkastusten luotettavuuden parantamiseksi tarkastusmenetelmät on pätevoidävä. Pätevöintiä tekemiseen käytettävän organisaation uudistamisesta allekirjoitettiin Teollisuuden Voima Oy:n, Fortumin ja Inspecta Oy:n kesken sopimus, joka astui voimaan 1.1.2005 ja on voimassa 31.12.2010 asti. Sopimuksen mukaan ohjeen YVL 3.8 mukaisista pätevoidintielimen toiminnoista vastaava organisaatio on SFS-Inspecta Sertifiointi Oy. Vuoden 2004 aikana on pätevoidintä koskeva kansallinen ohjeisto muutettiin uuden organisaation mukaiseksi. Ensimmäisten pätevoidintien toteutus tehtiin vuoden 2004 aikana uuden toimintamallin mukaista vaatimustasoa vastaavasti.

Säteilyturvallisuus

Työntekijöiden säteilyaltistus

Kaikkien Loviisan ydinvoimalaitoksella työkennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2004 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2004 esitetään taulukossa I. Suurin Suomen ydinvoimalaitoksilla saatu henkilökohtainen säteilyannos vuonna 2004 oli 16,9 mSv. Annos kertyi työskentelystä Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla. Pelkästään Loviisan ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 15,8 mSv. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määritettyä 100 mSv annosrajaa. Suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtai-

Taulukko I. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2004.

Annosväli (msv)	Henkilöiden lukumäärät annosvälillä		
	Loviisa	Olkiluoto	yhdistelmä*
alle 0,5	166	434	557
0,5–1	79	243	296
1–2	120	240	331
2–3	79	148	213
3–4	56	68	109
4–5	36	33	77
5–6	30	15	44
6–7	24	8	36
7–8	21	2	25
8–9	17	–	25
9–10	16	–	12
10–11	15	–	15
11–12	5	–	4
12–13	13	2	17
13–14	13	–	19
14–15	21	–	25
15–16	3	–	4
16–17	–	–	2
17–18	–	–	–
18–19	–	–	–
19–20	–	–	–
20–21	–	–	–
21–25	–	–	–
yli 25	–	–	–

* Tähän sarakkeeseen sisältyvät myös ne suomalaiset työntekijät, jotka ovat saaneet säteilyannoksia Ruotsin ydinvoimalaitoksilla. Sama henkilö on voinut työskennellä molemmilla Suomen ydinvoimalaitoksilla sekä Ruotsissa.

Lähde: STUKin annosrekisteri

nen säteilyannos viisivuotisjaksolla 2000–2004 oli 65,0 mSv. Annos kertyi Loviisan, Olkiluodon ja Ruotsin ydinvoimalaitoksilta.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 2,00 manSv ja Loviisa 2:lla 0,49 manSv eli yhteensä 2,49 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitossyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Se merkitsee yhdelle Loviisan laitossyksikölle 1,22 manSv säteilyannosta. Kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona laskettu raja-arvo ylittyi Loviisa 1:llä 0,09 manSv:llä, eikä työntekijöiden kollektiivista säteilyannosta voida pitää kansainväliseen tasoon verrattuna pienenä. Ylitykseen vaikutti Loviisa 1:n pitkässä vuosihuoltoseisokissa 2004 kertynyt kollektiivinen sätei-

lyannos (1,93 manSv). Voimayhtiö on velvollinen raportoimaan ylittämisen syyt sekä sen vuoksi mahdollisesti tarpeelliset säteilyturvallisuuden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet STUKille. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2004 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 7 TBq, mikä on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripainesäiliön ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argonin aktivointituote argon 41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 11 MBq, mikä on noin 0,005 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 0,1 GBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,2 TBq ja hiili 14 -päästö ilmaan noin 0,3 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumin aktiivisuus oli noin 17 TBq. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 1 GBq, mikä on noin 0,2 % päästörajasta. Loviisan voimalaitos laski matala-aktiivista haihdutusjätettä suunnitellusti mereen loppuvuonna. Tämän vuoksi Loviisan päästöt mereen olivat edellistä vuotta suurempia. Edellisen kerran vastaava päästö tehtiin vuonna 2001.

Päästörajojen tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 mikroSv. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,2 mikroSv eli 0,2 % asetetusta rajasta. Liitteessä 1 (tunnusluku A.I.5) esitetään radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön altistuneimman henkilön laskennalliset säteilyannokset viime vuosilta.

Ympäristön säteilyvalvonta

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määritykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin valvontaohjelman mukaisesti yhteensä 329 näytettä. Loviisan laitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kahdessa ilmannäytteessä, kuudessa laskeumanäytteessä, yhdessä pohjaeläinnäytteessä, kymmenessä vesikasvinäytteessä, kahdeksassa sedimentoituvan aineksen näytteessä ja viidessä merivesinäytteessä.

Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin 24 näytteessä. Seuraavaksi yleisimmät olivat hopea 110m (16 havaintoa), koboltti 58 (10 havaintoa), antimoni 124 (8 havaintoa), mangaani 54 (8 havaintoa) ja tritium (5 havaintoa). Yhdessä vesikasvinäytteessä esiintyi lisäksi kromi 51:tä, rauta 59:ää, zirkonium 95:tä, niobium 95:tä ja telluuri 123m:ää.

Kaikkien edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Ympäristönäytteissä havaitaan edelleen myös Tshernobylin onnettomuudesta ja ydinasekoekiden laskeumasta peräisin olevia radioaktiivisia strontium-, cesium- ja plutonium-isotooppeja (strontium 90, cesium 134 ja 137, plutonium 238, 239 ja 240). Lisäksi näytteissä esiintyy luonnon radioaktiivisia aineita (mm. beryllium 7, kalium 40 sekä uraani ja torium hajoamistuotteineen), joiden pitoisuudet ko. näytteissä ovat yleensä suurempia kuin voimalaitokselta tai laskeumasta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden.

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi ydinvoimalaitoksen ympäristössä on 15 jatkuvatoimista mittausasemaa kahden ja viiden kilometrin etäisyyksillä laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ydinvoimalaitosten ympäristöön on sijoitettu annosmittareita kymmeneen pisteeseen. Mittaukset eivät osoittaneet luonnonsäteilystä poikkeavia arvoja.

3.1.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta

Turvallisuuden hallinta

Asiakirjatarkastusten ja muun tarkastustoiminnan yhteydessä Loviisan laitokselta kertynyttä tietoa tarkasteltiin vuoden mittaan siltä kannalta, miten laitoksen turvallisuudesta huolehditaan. Merkittäviä ongelmia laitoksen turvallisuuden hallinnassa ei tunnistettu.

Laadunhallintajärjestelmä

Loviisan voimalaitos on ylläpitänyt ja kehittänyt laadunhallintajärjestelmäänsä järjestelmällisesti omien suunnitelmiensa mukaisesti. Vuosien 2002 ja 2003 aikana laadunhallintajärjestelmä päivitettiin vastaamaan laitoksella toteutettuja organisaatio- ja menettelytapamuutoksia. Ohjeistoa on tämän jälkeen pidetty ajan tasalla normaalien rutiinien mukaisesti. Lisäksi luvanhaltija Fortum Power and Heat Oy päivittää vuoden 2005 alkupuolella Fortum-konsernin ydinvoimatoiminnan laadunhallintajärjestelmää kuvaavan ohjeen.

Luvanhaltija on viime vuosina verrannut Loviisan laitoksen laadunhallintajärjestelmää mm. standardiin ISO 9001 sekä IAEA:n turvallisuusvaatimuksiin ja ohjeisiin. Vertailun perusteella järjestelmää on kehitetty edelleen ottamalla käyttöön mm. laitoksen johdon katselmukset ja itsearviointimenettely, jolla tunnistetaan johtamisjärjestelmän ja toiminnan parantamisen osa-alueita.

Loviisan laitos arvioi säännöllisesti laadunhallintajärjestelmänsä toimivuutta sisäisen seurantatarkastusohjelman ja erillisen riippumattoman tarkastusmenettelyn avulla.

STUK valvoi laadunhallintajärjestelmää asiakirjatarkastuksin ja käytön tarkastusohjelman mukaisella tarkastuksella. Tarkastus siirrettiin aikataulullisista syistä tammikuulle 2005. Tarkastuksessa käsiteltiin luvanhaltijan organisaatiota, turvallisuusjohtamista, laadunhallintajärjestelmää ja turvallisuusparannusten hoitamista. Tarkastuksissa todettiin luvanhaltijan ja Loviisan voimalaitoksen laadunhallintajärjestelmä hyväksyttäväksi.

Henkilökunnan pätevyys, koulutus ja resurssit

Loviisan laitoksen organisaatiota muutettiin vuonna 2002. Muutoksella varauduttiin mm. sukupolvenvaihdokseen antamalla kokeneille henkilöille mahdollisuus tiedon siirtämiseen erilaisissa asiantuntijatehtävissä ja nimeämällä nuorempia henkilöitä linjaorganisaation esimiestehtäviin. Useita Loviisan laitoksella suhteellisen vähän aikaa työskennelleitä henkilöitä osallistui vuonna 2004 Suomessa järjestettyyn viiden viikon mittaiseen ydinalan peruskoulutusohjelmaan.

STUK valvoi Loviisan laitoksen käytettävissä olevan organisaation tarkoituksenmukaisuutta ja riittävyyttä sekä henkilökunnan koulutusta käy-

tön tarkastusohjelman tarkastusten puitteissa. Erillisessä koulutustarkastuksessa arvioitiin laitoksen menettelyjä koskien koulutuksen organisoimista, henkilöstön pätevyysvaatimuksia ja vuosi- huoltoihin liittyvää erityiskoulutusta.

Luvanhaltijan hakemuksesta hyväksyttiin myös sen palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan ydinvoimalaitoksella vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä. Hyväksymisiä annettiin 25:lle Loviisan laitoksen henkilölle. Hyväksymiset koskivat henkilöiden uudelleenhyväksymistä.

Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Henkilömuutoksia oli normaaliin tapaan sukupolven, tehtävien ja työpaikan vaihdosta johtuen. Loviisan voimalaitoksella on todettu puutteita henkilöstöresursseissa lähinnä vuosi- huoltojen aikaisissa työnjohtotehtävissä. Muuten organisaatiolla on riittävät resurssit ja pätevyudet laitostyösköiden turvalliseen käyttöön.

Käyttökokemustoiminta

Luvanhaltijan käyttökokemustoiminta muodostui omien ja muiden laitosten tapahtumien käsittelystä. Myös ulkomaisten laitosten tapahtumat käsiteltiin erityisissä käyttökokemusryhmissä. Käyttökokemustoiminnan tavoitteena on estää laitosturvallisuutta vaarantavien tapahtumien toistuminen. Vuonna 2004 käyttökokemusten perusteella laitostyösköillä tehdyt kehitystoimenpiteet olivat pieniä, lähinnä toimintatapojen ja ohjeiston tarkennuksia sekä laitteiden tarkastuksia ja lisäanalyysjä. Käyttökokemuksista saatua tietoa jaettiin henkilökunnalle raporttien ja koulutuksen muodossa.

STUK valvoi käyttökokemustoimintaa tarkastamalla luvanhaltijan toimittamat tapahtumareportit ja vuosittaisen selvityksen käyttökokemustoiminnasta. Loviisan laitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistetut menettelyt tapahtumien selvittämiseksi, arvioimiseksi ja korjaavien toimenpiteiden tekemiseksi.

STUKissa arvioitiin lisäksi ulkomaisista tapahtumista saatujen opetusten soveltuvuutta huomiotavaksi Suomen laitoksilla. Tiedot tapahtumista saatiin IAEA:n ja OECD:n IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) välityksellä. Vuonna 2004 käsiteltiin 80 tapahtumareporttia, joista alustavan arvioinnin jälkeen seitsemän raporttia johti yksityiskohtaiseen tarkastukseen. Vuonna

2004 ei tullut esille sellaisia tapahtumia, joiden perusteella luvanhaltijan olisi ollut ryhdyttävä välittömiin toimenpiteisiin. Yksi tapahtuma johti saadun opetuksen huomioonottamiseen Loviisan laitoksella STUKin normaalin valvontatoiminnan yhteydessä.

Käytön tarkastusohjelma

Vuonna 2004 Loviisan laitokselle tehtiin 13 käytön tarkastusohjelmaan kuuluvaa tarkastusta, joista yksi siirrettiin aikataulullisista syistä vuoden 2005 alkuun. Tarkastuksissa käytiin läpi turvallisuusjohtamista, toiminnan pääprosesseja sekä menettelytapoja ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastuksilla valvottiin, että laitoksen turvallisuuden arviointi, käyttö, ylläpito ja suo- jelu- toiminta vastaavat ydinturvallisuussäännösten vaatimuksia. Vuosittainen tarkastusohjelma saatettiin luvanhaltijan tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovittiin luvanhaltijan edustajien kanssa. Käytön tarkastusohjelman tarkastukset esitetään liitteessä 4.

Tarkastuksissa käytetyt tiedonhankintamenetelmät olivat voimalaitoksen edustajilta pyydyt esitykset, henkilöstön haastattelut, asiakirjojen ja muiden dokumenttien tarkastukset, laitoskierrokset, työtehtävien havainnointi sekä erilaiset mittaukset mm. mittalaitteiston tarkkuuden selvittämiseksi. Mikään tarkastuksissa tehdyistä havainnoista ei ollut sellainen, että sillä olisi ollut merkittävää vaikutusta laitostyösköiden turvallisuuteen. Havaittujen puutteiden korjaamiseksi laitoksella käynnistettiin toimenpiteitä.

Tapahtumien tutkinta

STUK ei käynnistänyt vuonna 2004 tapahtumien tutkintoja. Tapahtuman tutkintaryhmä nimetään silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

Loviisan voimalaitokselle suoritettiin alihankijoiden käyttöön kohdistuva erillistarkastus. Tarkastuksessa arvioitiin järjestelmä-, laite- ja palvelutoimittajien käyttöä Loviisan ydinvoimalaitoksella ja toimittajien käytössä noudatettavat

menettelyt ja käytännöt. Esimerkkeiksi Loviisan voimalaitoksen käyttämistä alihankintapalveluista ja niiden toimittajista valittiin palvelutyypinen hankinta (putkistojen kunnonvalvonta), vaativan laitteen varaosat ja huolto (pääkiertopumput) sekä suunnittelutyypinen hankinta (Fortum Nuclear Services). Tarkastuksessa tehtiin huomioita, jotka koskivat Loviisan voimalaitoksen menettelyjä toimittajien töiden koordinoinnissa ja valvonnassa, toimittajien arvioinnissa sekä perehdyttämisessä Loviisan voimalaitoksen menettelytapoihin.

Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitoksen hakemuksesta kymmenen ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa.

Lisäksi STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti kuusi testauslaitosta tekemään Loviisan laitosyksiköiden mekaanisten laitteiden ja rakenteiden valmistukseen liittyvää rikkomaton aineenkoetusta. Edelleen Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta hyväksyttiin neljän eri testauslaitoksen palveluksessa olevia testajia tekemään mekaanisten laitteiden ja rakenteiden määräraikaistestauksia Loviisan laitosyksiköillä. Aikaisemmat valmistajia ja testauslaitoksia koskevat päätökset ovat voimassa, kuten päätöksissä on mainittu. Vuonna 2002 hyväksytty Loviisan voimalaitoksen tarkastusyksikkö ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL” jatkoi toimintaansa.

STUK valvoi hyväksyntänsä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

STUK hyväksyi 1.12.2004 voimaan tulleen ohjeen YVL 5.2 mukaisesti Loviisan voimalaitoksen hakemuksesta tarkastuslaitoksen ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL, S&A-tekniikka” ja Loviisan voimalaitoksen palveluksessa olevia henkilöitä suorittamaan Loviisan ydinvoimalaitoksen turvallisuusluokiteltujen sähkö- ja automaatiolaitteiden käyttöönottotarkastuksia.

Ydinvastuu

Ydinenergiaa käyttävällä tulee olla ydinvastuulain (484/1972) edellyttämä vakuutus tai muu taloudellinen takuujärjestely sen varalta, että ydinlaitoksessa tapahtuva onnettomuus aiheuttaisi vahinkoa

ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Fortum Power and Heat Oy on varautunut ydinvahingosta aiheutuviin vahinkoihin lain tarkoittamalla tavalla ottamalla tämän varalta vakuutuksen pääosin Suomen Atomivakuutuspoolilta.

Onnettomuustilanteessa käytettävissä olevat korvausvarat muodostuvat kolmesta eri lähteestä: luvanhaltijan, laitoksen sijaintivaltion ja kansainvälisen ns. korvausyhteisön varoista. Vuonna 2004 kaikista näistä lähteistä yhteensä oli käytettävissä vahingon varalta noin 425 000 000 euroa. Tähän summaan on tulossa lähivuosina korotus, sillä vuonna 2004 saatettiin päätökseen kansainväliset neuvottelut ns. Pariisin ja Brysselin ydinvastuuta koskevien sopimusten uudistamisesta. Korvauksiin käytettävissä olevat varat tulevat lähivuosina nousemaan yli kolminkertaisiksi nykytilanteeseen verrattuna. Suomessa on lisäksi harkittavana säätää lailla luvanhaltijan vastuu rajoittamattomaksi.

Luvanhaltijan vakuutuksen sisällön ja ehtojen tarkastaminen kuuluu Suomessa Vakuutusvalvontavirastolle. Vakuutusvalvontavirasto on hyväksynyt Fortum Power and Heat Oy:n vakuutuksen, ja STUK on todentanut vakuutuksen voimassaolon ydinenergialain (990/1987) 55 §:n mukaisesti.

Myös ydinaineiden kuljetukset kuuluvat ydinvastuulain piiriin. STUK on valvonut, että kaikilla ydinaineiden kuljetuksilla on ollut Vakuutusvalvontaviraston hyväksymät vastuuvakuutukset.

3.1.6 Ydinturvallisuuden tunnusluvut

STUKin toiminnan vaikuttavuustunnusluville asetetut vaatimukset täyttyivät Loviisan voimalaitoksella työntekijöiden henkilökohtaisten säteilyannosten, radioaktiivisten aineiden päästöjen ja väestön säteilyaltistuksen suhteen. Loviisa 1:n kollektiivinen säteilyannos oli pitkässä vuosihuoltoseisokissa hieman ennalta arvioitua suurempi aiheuttaen ohjeessa YVL 7.9 asetetun nettosähkötehoon sidotun laskennallisen raportointirajan ylittymisen. Loviisan voimalaitoksen radioaktiivisten aineiden vesipäästöt olivat edellistä vuotta suurempia Loviisan voimalaitoksen tehtyä varastoidun, selkeytetyn matala-aktiivisen jäteveden hallitun uloslaskun mereen loppuvuodesta 2004. Tämä on muutaman vuoden välein toistuva, ennakkoilmoitusta STUKille edellyttävä menettely.

Turvallisuutta vaarantavia tapahtumia ei

Loviisan laitostyksiköillä ollut. Ohjeen YVL 1.5 mukaisesti raportoitujen tapahtumien määrä oli lievässä kasvussa. Tulipaloja ei sattunut Loviisan voimalaitosalueella. Erikoisraportin laatimista edellyttäviä tapahtumia oli kolme ja käyttöhäiriöraportilla raportoituja tapahtumia yhdeksän. Loviisa 1:n vuosihuollon aikana sattuneesta sähkötapaturmasta laitoksen laatima raportti ei sisälly mihinkään em. tapahtumaraporttiluokista eikä siten näy tunnusluvuissa. STUK ei myöskään seuraa työtaturmien lukumääriä tunnusluvuillaan.

Tunnuslukujärjestelmässä tarkastellaan myös käyttötapahtumien riskimerkitystä. Tapahtumat jaetaan niiden riskimerkituksen perusteella kolmeen luokkaan ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Loviisa 1:llä oli yksi reaktorisuojausjärjestelmän viasta johtunut reaktoripikasulku, jonka yhteydessä kaikki turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellusti. Yhtään oleellisesti turvallisuutta heikentävää tapahtumaa ei sattunut Loviisan laitoksella, joten kyseinen pikasulku oli riskin kannalta merkittävin tapahtuma. Muita merkittävimpään riskiluokkaan kuuluvia tapahtumia Loviisan laitoksella oli yhdeksän. Kyseisten tapahtumien aikaiset turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyydet aiheutuivat piilevistä laitevioista hätädielgeneraattoreissa, hätäsyöttövesijärjestelmässä sekä suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmässä. Lisäksi merkittävimmissä tapahtumissa on mukana varahätäsyöttövesijärjestelmän vuosihuollot konservatiivisen mallinnustavan vuoksi. Riskin kannalta merkittävimpään luokkaan kuuluvien tapahtumien lukumäärä Loviisan laitoksella pieneni edellisvuotisesta. Vuoden 2004 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta. Tapahtumien lukumäärien muutoksia edelliseen vuoteen verrattuna voidaan pitää normaalina tilastollisena vaihteluna.

Loviisan voimalaitoksen kunnossapitotoiminnan edellisen vuoden heikkenevä suuntaus ei jatkunut vuoden 2004 tunnuslukujen perusteella. Vuotuisten kunnossapitotöiden lukumäärä laski hieman edellisvuotisesta. Tämä johtui vikojen kokonaismäärän laskusta, sillä ennakko- ja korjauslukumäärä on vuositasolla pysynyt tasaisena. Tehokäytön aikaisten välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrä on ollut viime

vuosina kasvussa Loviisa 2:lla. Viat ovat olleet kuitenkin sellaisissa varalla olevissa järjestelmissä, joilla ei ole suoranaista vaikutusta laitostyksiköiden käyttöön tai ydinturvallisuuteen. Vikojen korjaus priorisoidaan käytettävissä olevien resurssien puitteissa vikojen kiireellisyyden ja turvallisuusmerkityksen perusteella. Tämä näkyy keskimääräisissä korjausajoissa, jotka Loviisan laitoksilla ovat olleet korkeita etenkin Loviisa 2:lla vuosina 2003 ja 2004.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä. Polttoainevuotoja ei Loviisan laitostyksiköillä ole esiintynyt useaan vuoteen. Suojarakennuksen aukkojen summavuoto Loviisan laitoksella kasvoi, mutta asetettu raja edelleen alittui. Läpivientien koestuksiin liittyvien kumipalkeiden tiiviydessä on ollut ongelmia ja läpivientirakenteen muuttaminen metallirakenteeksi on käynnistetty Loviisan voimalaitoksella. Primääri- ja sekundääripiirien kemiallisia olosuhteita kuvaavat tunnusluvut osoittivat vähäisiä epäpuhtaus- ja korroosiotuotepitoisuuksia vuonna 2004 Loviisa 1:llä. Loviisa 2:lla kemian indeksin korkea arvo vuosina 2003–2004 johtui toisen turbiinin lauhduttimen merivesivuodosta, mikä näkyi myös höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksissa. Vuoto korjattiin vuosihuoltoseisokissa 2004, minkä jälkeen tunnuslukuarvot palautuivat ennen vuotoa vallinneelle tasolle.

Laitoksella oli puutteita laitoksen sisäisten yksiköiden ja ulkopuolisilla teetetyn työn valvonnassa. Asiakirjojen päivityksessä ei saavutettu täysin asetettua tavoitetta. Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokin aikaisen säteilysuojelusuunnittelun tavoitteita ei saavutettu ja YVL-ohjeen mukainen kollektiivisen annoksen raportointiraja ylitettiin. STUKin tunnuslukuseuranta osoitti joitakin puutteita raportoitujen laboratoriotulosten oikeellisuudessa. Saman tyyppisiä ongelmia ilmeni myös turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyttä kuvaavien tunnuslukujen laskennassa havaittujen virheiden selvittelyn yhteydessä. TTKE-laitteiden vikojen keskimääräisten korjausajojen nousuun ei löytynyt yksikäsitteistä selitystä. Selvittettäväksi jää liittyvätkö pitkät korjausajat ikääntymisen hallintaan vai kunnossapidon resursseihin.

STUKin laitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen tulokset vuodelta 2004 esitetään liitteessä 1.

3.1.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi

Loviisan voimalaitosta koskevassa turvallisuuden vuotuisessa kokonaisarviossa tarkastellaan uusien YVL-ohjeiden voimaansaattamista laitoksella sekä voimalaitoksen turvallisuusanalyysien, laitosmuutosten, toimintakuntoisuuden ja organisaation valvonnassa vuoden 2004 aikana tehtyjä havaintoja. Seikkaperäisemmin arvioinnin alueita käsitellään tämän raportin luvuissa 3.1.1–3.1.6 sekä tämän raportin liitteissä. Valvonnassa ei tullut esille ydin-turvallisuuteen liittyviä merkittäviä puutteita.

Raportointia, turvallisuusanalyysijä, ydinvoimalaitoksen käyttöönottoa, koestuksia, polttoainetta ja säteilysuojelua koskevien uusien YVL-ohjeiden täytäntöönpanon yhteydessä ei todettu esteitä uudistettujen menettelyjen käyttöönottamiseksi. Joidenkin ohjeiden osalta voimayhtiön useita vuosia kestävien suunnitelmien toteuttaminen edellyttää määrätietoista ja pitkäjänteistä työtä. Ydinvoimalaitoksen suunnittelua koskevana poikkeamana asetetusta vaatimustasosta hyväksyttiin ohjeen YVL 2.8 osalta, ettei uusien ydinvoimalaitosten suunnitteluperusteeksi asetettua sydänvauriotaajuutta saavuteta Loviisan ydinvoimalaitoksella. Loviisan laitosyksiköiden sydänvauriotaajuus on voimayhtiön analyysin mukaan noin $1,5 \cdot 10^{-4}$ /vuosi, kun ohjeen YVL 2.8 mukainen tavoitearvo on 10^{-5} /vuosi.

Loviisan ydinvoimalaitoksen päivitetyn seisokitilojen sääriskianalyysin mukaan seisokitilojen aikaiset sää- ja muut ympäristöilmiöt muodostavat suuren osan laitokselle arvioidusta sydänvaurion todennäköisyydestä. Riskin kannalta tärkeimpiä ympäristöilmiöitä ovat samanaikainen korkea ilman ja meriveden lämpötila sekä öljy- tai kemikaalipäästöt ja leväesiintymät, jotka saattavat kulkeutua meriveden mukana merivesikanavaan ja estää jäähdytysveden ottamisen laitokselle. Vuosihuoltoseisokin sääriskien (öljypäästöt mukaan lukien) aiheuttama sydänvaurion todennäköisyys on noin $1,3 \cdot 10^{-5}$.

Vuoden 2004 aikana toteutettiin keskeisiä Loviisan voimalaitoksen käyttöä hallintaan liittyviä hankkeita. Loviisa 1:n reaktoripainesäiliölle myönnettiin uusi käyttö lupa ja automaatiouudistuksen periaatesuunnitelma hyväksyttiin. Uusi, molemmille laitosyksiköille yhteinen jälkilämmönpoistojärjestelmä saatiin käyttövalmiiksi.

Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön uusi käyttö lupa myönnettiin vuoden 2012 vuosihuoltoseisokkiin

asti. Reaktoripainesäiliön kuormituksiin liittyvät termohydrauliset analyysit ja murtumismekaaniset analyysit on uusittu kokonaisuudessaan. Suurin muutos on kuitenkin sitkeä-hauras-transitiolämpötilan uudelleenarviointi VTT:n kehittämällä ”Master käyrä” -menetelmällä, jonka avulla voidaan vähentää murtumissitkeyden määrittämiseen liittyviä epävarmuustekijöitä. Uudelleen haurastumisnopeuden voidaan katsoa määritellyn riittävän konservatiivisesti ja deterministisen analyysin osoittavan reaktoripainesäiliön säilyvän eheänä kaikissa oletetuissa kuormitustilanteissa sekä todennäköisyyspohjaisen analyysin tuloksena saadun murtumariskin olevan vain vähäisen osan vakavan reaktorionnettomuuden kokonaisriskistä.

Loviisan automaatiouudistus eteni vuoden 2004 lopulla toteutusvaiheeseen. Hanke alkoi uusien automaatiotilojen rakentamisella ja sen on tarkoitus valmistua lopullisesti vuonna 2014. Uudistus on suunniteltu toteutettavaksi vaiheittain siten, että vuosihuoltojen aikana voidaan ottaa käyttöön kulloinkin uudistettu osa uutta automaatiota. Uusimisprojektin vaiheet toteutetaan ensin Loviisa 1:llä ja kahden vuoden vaihesiirrolla Loviisa 2:lla. Loviisa 1:n uusien automaatiotilojen rakennustyöt aloitettiin.

Loviisan laitoksen toimintakuntoisuuden valvonnassa ei vuoden 2004 aikana havaittu merkittäviä turvallisuuteen liittyviä puutteita. Laitosyksiköiden käytössä ei ollut merkittäviä häiriöitä ja laitosyksiköitä käytettiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti kahta poikkeusta lukuun ottamatta. Käyttötapahtumista kolme johti erikoisraporttiin. Loviisan 1:n vuosihuoltoseisokki oli ns. pitkä kahdeksanvuotisvuosihuolto ja Loviisa 2:n puolestaan lyhyt ns. polttoaineen vaihtoseisokki. Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokissa STUK puuttui jälkilämmönpoistojärjestelmän putkistojen uusinnan yhteydessä turvallisuutta varmentavien menettelyjen puutteellisuuteen ja huomautti laitosyksikön huonosta siisteystasosta. Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokissa siisteystasoon ei ollut huomauttamista.

Loviisa 1:n pitkästä vuosihuollosta johtuen mekaanisten laitteiden määräaikaistarkastusohjelma oli erittäin laaja. Laitoksen primääri- ja sekundääripiirille tehtiin seisokin alussa painekokeet. Reaktoripainesäiliölle tehtiin sisäpuolelta tarkastukset STUKin hyväksymillä pätevyillä

tarkastusmenetelmillä. Niissä, kuten muissakaan ennalta hyväksytyn ohjelman mukaisissa tarkastuksissa, ei havaittu hyväksymisrajan ylittäviä näyttämiä. Muilta samantyyppisiltä VVER-laitoksilta saatujen käyttökokemustietojen perusteella reaktoripainesäiliön kannen läpivientiyhteiden suojaholkit tarkastettiin. Molemmilla laitoksilla havaittiin kahden suojaholkin takana vettä. Ilmiöllä ei ole välitöntä vaikutusta laitosten turvallisen käytön jatkamiseen.

Loviisa 1:n vuosihuollon aikana tapahtui sähkötoiden yhteydessä yhden henkilön kuolemaan ja kahden henkilön loukkaantumiseen johtanut tapaturma. Tapahtuman tutkintaa johtaa Uudenmaan työsuojelupiiri, jolla on asiantuntijana TUKES. Tutkinta on tarkoitus saattaa päätökseen vuoden 2005 alkupuolella. Tapahtuma paljasti merkittäviä puutteita sähkötoiden työturvallisuuteen liittyvisä menettelyissä.

Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Loviisa 1:llä STUKin ohjeen mukaisesti laskettu, nettosätkötehoon sidottu kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo ylittyi hieman ja työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos oli kansainväliseen tasoon verrattuna keskimääräistä korkeampi johtuen höyrystintilassa toteutetuista turvallisuutta parantavista töistä. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

Vuoden 2004 aikana Loviisan ydinvoimalaitoksen käyttöiänhallintamenettelyjä kehitettiin edelleen. Mekaanisten laitteiden, sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja rakenteiden ikääntymisen hallintaan liittyvissä tarkastuksissa ei tullut esille merkittäviä turvallisuuspuutteita. Loviisan ydinvoimalaitoksen kunnossapitotoiminnan tunnuslukujen epäsuotuisa kehittyminen ei ole jatkunut vuoden 2004 aikana. Laitoksen päästöjä rajoittavien rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä.

Tärkeimpien mekaanisten komponenttien ainetarikkomattomilla menetelmillä tehtävien määrääikaistarkastusten päteväntä kehitettiin vuoden 2004 aikana. Molemmat voimayhtiöt ja Inspecta Oy ovat sopineet kansallisista järjestelyistä päteväntien toimeenpanemiseksi ja SFS-Inspecta Sertifiointi Oy:n nimeämisestä päteväntien

tielimen toiminnasta vastaavaksi organisaatioksi. Ensimmäisten päteväntien toteutus tehtiin vuoden 2004 aikana uuden toimintamallin mukaista vaatimustasoa vastaavasti.

Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Sähkötapaturman ja kertyneen kollektiivisen säteilyannoksen voidaan katsoa liittyvän henkilöstöresurssien niukkuuteen lähinnä vuosihuoltojen aikaisissa työnjohtotehtävissä. Muuten organisaatiolla on riittävät resurssit ja pätevyudet laitosyksiköiden turvalliseen käyttöön.

STUKin toteuttamassa Loviisan voimalaitoksen käytön tarkastusohjelmassa ei tullut esille merkittäviä turvallisuuspuutteita.

STUK ei aloittanut vuoden 2004 aikana yhtään laitoksen toimintaa koskevaa tutkintaa.

3.2 Olkiluoto 1 ja 2

3.2.1 Säännösten täytäntöönpano

STUK on ottanut käyttöön menettelyn, joka koskee uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin. Menettelyn mukaan YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun STUK harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perustelluina.

Käyttöönotetun menettelyn mukaiset täytäntöönpanopäätökset annettiin ohjeille

- YVL 1.5, Ydinvoimalaitoksia koskeva raportointi STUKille, 8.9.2003
- YVL 2.2, Ydinvoimalaitosten teknisten ratkaisujen perustelemiseksi tehtävät häiriö- ja onnettomuusanalyysit, 26.8.2003

- YVL 2.5, Ydinvoimalaitoksen käyttöönotto, 29.9.2003
- YVL 2.8, Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit ydinvoimalaitosten turvallisuuden hallinnassa, 28.5.2003
- YVL 3.8, Ydinvoimalaitosten painelaitteet. Rikkomattomat määräaikaistarkastukset. 22.9.2003
- YVL 6.3, Ydinpolttoaineen ja säätösauvojen valvonta, 28.5.2003
- YVL 6.8, Ydinpolttoaineen varastointi ja käsittely, 27.10.2003
- YVL 7.5, Ydinvoimalaitoksen meteorologiset mittaukset, 28.5.2003
- YVL 7.11, Ydinvoimalaitoksen säteilymittausjärjestelmät ja -laitteet, 13.7.2004
- YVL 7.18, Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa huomioon otettavat säteilyturvallisuusnäkökohdat, 26.9.2003.

Ennen täytäntöönpanopäätöksiä Teollisuuden Voima Oy esitti arvon kunkin ohjeen vaatimusten toteutumisesta. Olkiluoto 1 ja 2 täyttävät ohjeiden YVL 1.5, YVL 6.3 ja YVL 6.8 kaikki vaatimukset ja ohjeet tulivat laitoksella voimaan sellaisinaan.

Ohjetta YVL 2.2 koskevassa arviossaan Teollisuuden Voima Oy esitti, että Olkiluoto 1:lle ja 2:lle tehdyt häiriö ja onnettomuusanalyysit täyttävät pääosin uudessa ohjeessa esitetyt vaatimukset. Luvanhaltijan havaitsemat puutteet liittyvät herkkyystarkasteluihin, joita on laajasti käsitelty todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysin (PSA) yhteydessä. Lisäksi vakaviin onnettomuuksiin liittyvien sydänsulan jäähdytettävyyttä koskevien koetulosten arviointi on vielä kesken. Toistaiseksi tulokset eivät ole osoittaneet tarvetta päivittää vakaviin onnettomuuksiin liittyviä analyyseja. STUK totesi päätöksessään, että lopullisen arvion valmistuttua Teollisuuden Voima Oy:n tulee tarvittaessa tarkentaa analyyseissa käytettyjä oletuksia.

Ohjeen YVL 2.5 osalta STUK saattoi luvanhaltijan selvityksen pohjalta todeta, että uuden ohjeen vaatimukset pääsääntöisesti täyttyvät. STUKin lisävaatimuksesta kuitenkin edellytettiin, että luvanhaltija harkitsee erillisen ohjeen tarpeen Olkiluoto 1:llä ja 2:lla tehtävien muutosten koe-käyttöohjelmien laatimisesta.

Ohjetta YVL 2.8 koskevassa arviossaan luvanhaltija esitti aikatauluja mm. putkistojen määrä-

aikaisten tarkastusohjelmien kehittämiseksi käyttäen riskitietoisia menettelyjä. STUKin pyynnöstä yhtiö täydensi selvitystään koskien turvallisuusanalyysien käyttöä turvallisuusteknisten käyttöehtojen, turvallisuusluokituksen ja käynnin aikaisen ennakkohuolto-ohjelman kehittämiseksi. STUK vahvisti päätöksellään luvanhaltijan esittämät aikataulut näiden uusien vaatimusten soveltamiseksi. Ydinvoimalaitoksen suunnittelua koskevana poikkeamana asetetusta entistä korkeammasta vaatimustasosta hyväksyttiin, ettei uusien ydinvoimalaitosten suunnitteluperusteeksi asetettua sydänvauriotaajuutta saavuteta Olkiluoto 1:llä ja 2:lla. Laitosyksiköiden sydänvauriotaajuus on voimayhtiön analyysin mukaan $1,64 \cdot 10^{-5}$ /vuosi, kun ohjeen YVL 2.8 mukainen tavoitearvo on 10^{-5} /vuosi.

Ohjeen YVL 3.8 osalta luvanhaltija esitti suunnitelman ohjeen uusien päteväntivaatimusten täyttämiseksi. STUK hyväksyi arvioinnin turvallisuusvaatimusten täyttymisestä ja suunnitelman tarkastusjärjestelmien päteväinneistä. Pätevointiaikataulu ulottuu vuoteen 2008 asti.

STUK ei pitänyt ohjeesta YVL 7.5 toimitettua selvitystä riittävänä vaan edellytti sekä laitospaikan säätöjärjestelmän kehittämistä että laitoksen suojavyöhykkeellä olevien havaintopaikkojen lisäämistä. Luvanhaltijan toimittaman tarkennetun suunnitelman käsittely on STUKissa kesken. Ohjeen YVL 7.11 osalta STUK saattoi luvanhaltijan selvityksen pohjalta todeta, että ohjeen vaatimukset täyttyvät, kun otetaan huomioon laitoksella käynnistymässä oleva kiinteän säteilymittausjärjestelmän uusinta. Ohjeesta YVL 7.18 toimitettu luvanhaltijan selvitys vastasi pääosin STUKin käsitystä vaatimusten täyttymisestä. STUK edellytti kuitenkin lisäselvityksiä eräiden vakavien onnettomuuksien säteilyolosuhteisiin varautumista koskevien vaatimusten osalta.

3.2.2 Turvallisuusanalyysien arviointi

Deterministiset turvallisuusanalyysit

Luvanhaltijat päivittävät ydinvoimalaitosten deterministiset turvallisuusanalyysit käyttöluvien uusimisen yhteydessä. Analyysit päivitetään myös laitoksella tehtävien muutosten yhteydessä tai käyttötapahumien antaessa päivittämiseen aihetta. STUK tarkastaa luvanhaltijan analyysit ja tekee tai teettää tarvittaessa omia vertailuanalyy-

sejä. Vuonna 2004 Olkiluodon laitoksilla otettiin käyttöön uusi polttoainetyyppi, jota koskevat deterministiset turvallisuusanalyysit Teollisuuden Voima Oy toimitti STUKille hyväksyttäväksi. STUK käsitteli toimitetun aineiston ja hyväksyi uuden polttoainetyypin käyttöön Olkiluodon laitoksilla vuoden 2004 vaihtolatauksesta alkaen. Muita deterministisiä turvallisuusanalyysijä ei toimitettu STUKille tarkastettavaksi.

Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

STUKissa tehtiin Olkiluodon laitoksen tulvariskianalyysin yleistarkastus. Sisäisen tulvan osuus sydänvauriotaajuudesta on pieni, vaikka edellisessä tarkastuksessa löydetyn uuden tulvareitin (merivesipiirin tulvan leviäminen turbiinirakennuksen kautta apurakennukseen) suhteellinen osuus tulvan aiheuttamasta riskistä on huomattava. Tulokseen vaikuttavat uuden tulvareitin mallinuksen lisäksi uusista vikatilastoista saadut alennetut vuototaajuudet. Edellisessä päivityksessä (rev. 2) käytetyllä mallilla ja sen vuototaajuuksilla laskettaessa arvio laitoksen sydänvauriotaajuudesta merivesijärjestelmän tulvimisen vuoksi olisi tekijällä noin kymmenen suurempi kuin nyt päivitetty tulos.

Tärkeimmän tulva-alkutapahtuman (merivesijärjestelmän putken suuri vuoto) taajuus on pienentynyt vain tekijällä noin 3 eli suhteellisesti vähemmän kuin muiden tulva-alkutapahtumien taajuudet. Tämä johtuu siitä, että merivesijärjestelmän tulvan leviämistä analysoivat selvitykset toivat esiin uusia, riskiä lisääviä tekijöitä. Näin ollen merivesijärjestelmän tulvasta johtuva riski kasvoi verrattuna muihin tulva-alkutapahtumiin.

Merivesijärjestelmän vuodoista tärkeimpiä ovat sen kumitiivisteiden vuodot, jotka johtavat seison-tajähdytyksen menetykseen. Merivesijärjestelmän vuodoissa seison-tajähdytyksen menetys aiheuttaa suurimman osan riskistä.

Selvityksessä esitettyjen uusien tietojen perusteella tulvien aiheuttama sydänvaurion todennäköisyys vuotta kohti on pienentynyt noin $1,5 \cdot 10^{-6}$:sta noin $1,6 \cdot 10^{-7}$:ään. Uusien vikatietojen takia tulva-alkutapahtumien kokonaistaajuus/vuosi on pienentynyt noin $8 \cdot 10^{-2}$:sta $5,5 \cdot 10^{-3}$:een. Tulva-alkutapahtuman taajuuksiin erityisesti laippojen ja kumitiivisteiden osalta liittyy vielä huomattavaa epävarmuutta.

Teollisuuden Voima Oy on esittänyt STUKille suunnitelman merijärjestelmien tulvariskin pienentämisestä. Lisäksi Teollisuuden Voima Oy toimitti STUKille tarkastettavaksi tulvariskianalyysin uuden päivityksen (rev. 4) vuoden 2004 lopulla.

3.2.3 Laitosmuutosten valvonta

Olkiluodon laitoksella on meneillään turbiinilaitoksen uudistaminen, johon liittyy myös reaktoripainesäiliössä olevien höyrynkuivaimien uusiminen. Turbiinilaitoksen uudistamishanketta käsitellään jäljempänä kohdassa ”Ikääntyminen”. Laitosyksiköiden turvallisuuden parantamiseksi tehtyjä, vuonna 2004 loppuunsaatettuja laitosmuutoksia selvitetään liitteessä 2.

Laitosmuutosten valvonta muodostui viranomaiskäsittelylaajuuden määrittelystä, muutoksia koskevien asiakirjojen käsittelystä ja muutostyön toteutuksen ja käyttönoton valvonnasta. Laitteiden ja rakenteiden muutostöiden toteuttamista valvottiin laitospaikalla ja laitteiden valmistajien luona tehdyin tarkastuksin sekä luvanhaltijan laatimien selvitysten avulla. Muutostöiden valvontaan liittyi myös STUKin ja luvanhaltijan välisiä kokouksia sekä STUKin sisäisiä kokouksia.

Laitoksella tehtyjen muutosten seurauksena myös useat laitoksen toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste sekä käyttö- ja kunnossapito-ohjeisto muuttuivat. STUK valvoi näihin asiakirjoihin tehtyjä muutoksia sekä seurasi yleisesti muutostöistä johtuneen laitosdokumentaation päivittämistä. Seurannan tulokset esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.6).

3.2.4 Toimintakuntoisuuden valvonta

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattaminen

Olkiluodon voimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista valvottiin seuraamalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Vuosihuoltoseisokkien päätyttyä tarkastettiin, että laitosyksikkö oli käyttöehtojen mukaisessa tilassa ennen kuin laitosyksikön käynnistys voitiin aloittaa. Luvanhaltija on velvollinen raportoimaan STUKille välittömästi

turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimuksista poikkeavista tilanteista.

Olkiluodon laitoksella oli yksi tilanne, jossa laitosyksikkö ei ollut turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeaminen tapahtui, kun reaktorin suojausjärjestelmän yksi osaehto oli kummallakin laitosisyksiköllä ohitettuna lyhytaikaisesti. Tapahtumaa selvitetään yksityiskohtaisemmin liitteessä 3. Luvanhaltija on suunnitellut ja tehnyt toimenpiteitä tapahtuman toistumisen estämiseksi.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakkoon STUKin hyväksyntä poikkeamalle. Vuonna 2004 luvanhaltija haki lupaa yhdeksälle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamatilanteiden turvallisuusmerkityksen analyysin jälkeen STUK hyväksyi kaikki hakemukset. Poikkeusluvista viisi liittyi uuden laitoksen rakentamisen valmisteluihin. Kaksi poikkeuslupaa liittyi laitosyksiköiden tulevaan käyttöön; toinen ohjaajien 12 tunnin työvuoron kokeiluun ja toinen merivesijärjestelmien pumppujen uusintaan.

Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluodon molemmat laitosyksiköt toimivat luotettavasti. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 95,1 % ja Olkiluoto 2:n 96,1 %. Kuvassa 5 esitetään laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet vuosilta 1995–2004. Vuosihuoltoseisokin pituus Olkiluoto 1:llä oli 16 vuorokautta ja Olkiluoto 2:lla 9 vuorokautta. Vuosihuoltoseisokkien kulkua ja seisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan erikseen tässä luvussa. Olkiluoto 1:llä oli yksi reaktorin pikasulku ja yksi osittainen reaktorin pikasulku,

jotka kumpikin aiheuttivat lyhyet tuotantokatkokset. Edellinen oli seurausta päähöyryventtiilin aiheuttomasta sulkeutumisesta ja jälkimmäinen generaattorin jäähdytysjärjestelmän häiriöstä. Pikasulkuja selvitetään yksityiskohtaisemmin liitteessä 3.

Vuosihuoltoseisokkien ja reaktorin pikasulkujen lisäksi sekä Olkiluoto 1:llä että 2:lla oli lyhyet tuotantokatkokset laitevikojen vuoksi. Olkiluoto 1:llä katkos johtui ulospuhallusjärjestelmän säätöventtiilin asentoindikoinnissa esiintyneiden häiriöpiikkien selvittämisestä ja Olkiluoto 2:lla generaattorin jäähdytysjärjestelmän laitevian korjaamisesta.

Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat Olkiluoto 1:llä 0,8 % ja Olkiluoto 2:lla 1,2 %. Laitevioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g). Kuvassa 6 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2004.

Olkiluodon laitosyksiköillä sattui kaksi erikoisraportoitavaa tapahtumaa, kaksi reaktorin pikasulkuja ja kuusi STUKille raportoitua käyttöhäiriötä (liite 1, tunnusluku A.II.1).

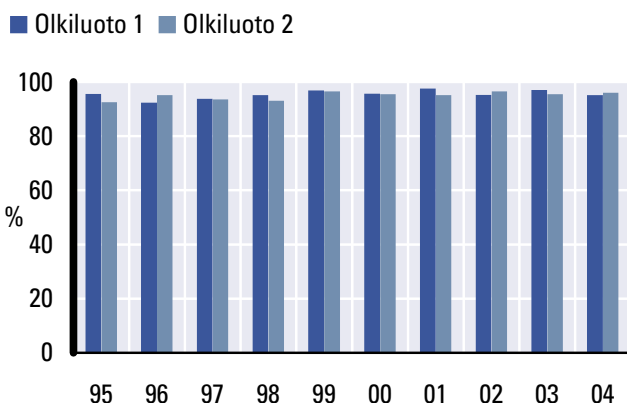
Olkiluodon laitoksen erikoisraportoidut tapahtumat olivat seuraavat:

- Polttoaineen käsittelyvirhe Olkiluodon laitoksen käytetyn polttoaineen varastolla (INES 0)
- Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen suojausohituksen ohittaminen koestuksen yhteydessä (INES 0).

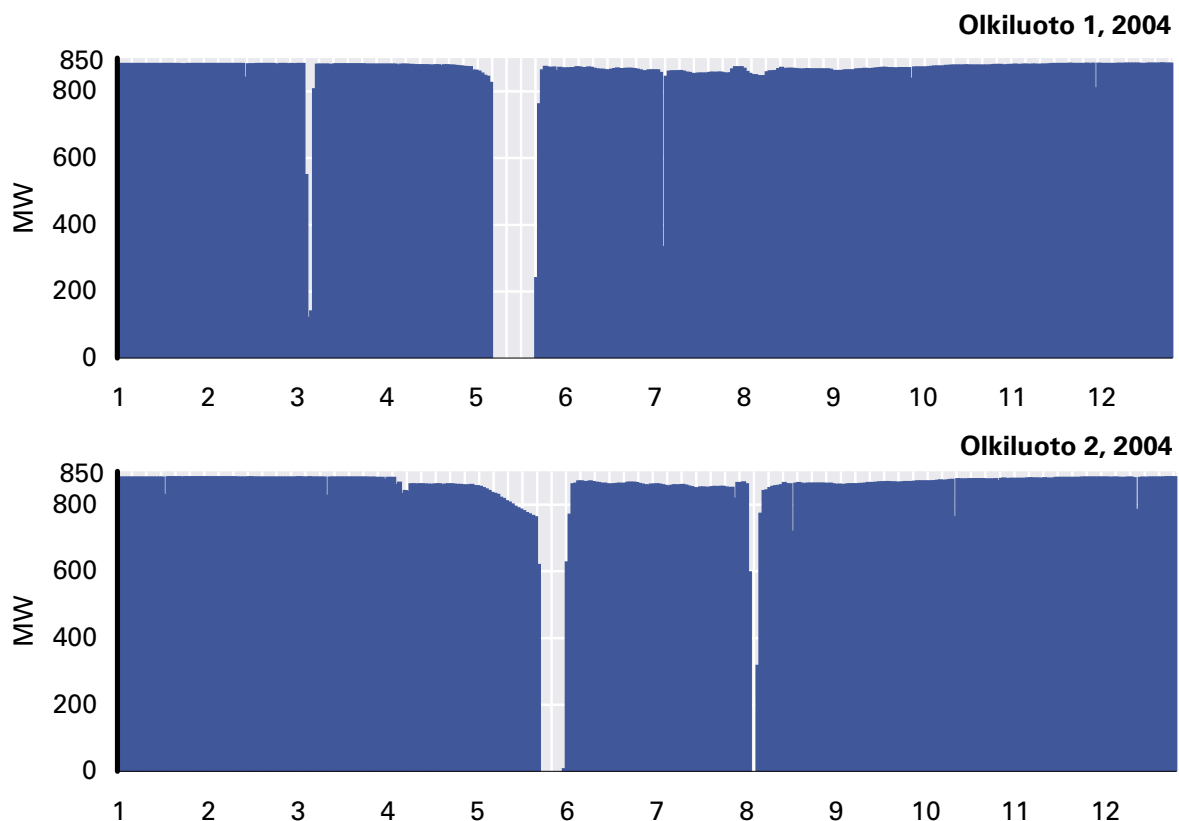
Kuvaukset tapahtumista esitetään liitteessä 3.

Tapahtumaraporttien lisäksi Olkiluodon laitokselta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittainen käyttökokeusten hyödyntämistä koskeva raportti sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

Kuvassa 7 esitetään INES-luokkaan 1 luokiteltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1995–2004. Ajanjaksolla ei ole ollut INES-luokkaa 1 korkeampien luokkien tapahtumia.



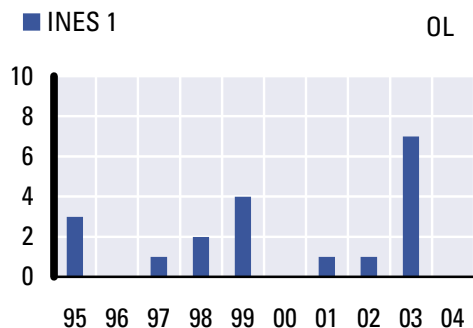
Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet.



Kuva 6. Olkiluodon laitostyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2004.

Vuosihuoltoseisokit

Olkiluoto 1:n huoltoseisokki oli 9.5.–25.5.2004 ja Olkiluoto 2:n polttoaineenvaihtoseisokki 25.5.–3.6.2004. Olkiluoto 1 oli poissa sähkön tuotannosta noin 16 ja Olkiluoto 2 noin 9 vuorokautta. Kummankin laitostyksikön seisokit kestivät noin vuorokauden suunniteltua kauemmin. Kummallakin laitostyksiköllä pääasiallisena syynä seisokkien pitenemiseen olivat polttoaineen siirtokoneen viat.



Kuva 7. Olkiluodon laitoksen INES-luokitellut tapahtumat (INES-luokka vähintään 1).

Reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi vuosihuolloissa voimayhtiö teki laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapitotöitä sekä tarkastuksia. Vuosihuolloissa tehtyjä tarkastustöitä selvitetään jäljempänä kohdassa ”Huolto- ja korjaustyöt”. Vuosihuollossa tehtyjä, laitostyksikön turvallisuutta parantavia muutostöitä selvitetään liitteessä 2.

Olkiluoto 1:n vuosihuollossa tapahtui yksi ”läheltä piti” -tapahtuma, jossa typpikaasua vuoti laitostilaan ja kolme palomiestä altistui kaasulle. Palomiehet vietiin ambulanssilla sairaalaan, josta he kuitenkin pääsivät tarkastuksen jälkeen samana iltana kotiin.

Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Olkiluoto 1:llä 0,92 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,39 manSv. Työntekijöiden säteilyannoksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin jäljempänä kohdassa ”Säteilyturvallisuus” ja liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vuosihuoltoseisokkien valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpolttoaineen vaihtoon, luvanhaltijan ja alihankkijoiden

tekemiin tarkastuksiin ja testauksiin. Valvonnassa kiinnitettiin huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen, valvomotyöskentelyyn ja yleiseen järjestykseen. Ennen polttoaineen uuden käyttöjakson alkua tarkastettiin uutta polttoainelatausta varten tehty turvallisuuksanalyysi. Lisäksi tarkastettiin, että polttoaineniput ladattiin reaktoriin suunnitelman mukaisesti. Ydinmateriaalien varastomääritys tarkastettiin ennen reaktoripainesäiliön kannen sulkemista. STUK valvoi myös laitosyksiköiden pysäytystä seisokkitilaan ja käynnistystä seisokin jälkeen.

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihoitoseisokkien laitospaikalla tapahtuneeseen valvontaan käytettiin 99 työpäivää. Lisäksi laitospaikalla työskenteli kaksi paikallistarkastajaa.

Huolto- ja korjaustyöt

Merkittävimpiä Olkiluoto 1:llä vuosihoitoseisokissa tehtyjä huolto- ja korjaustöitä olivat suojarakennuksen tiiviyskoe ja syöttövesijakajien vaihto.

Olkiluoto 2:lla vuonna 2003 todettu särö syöttövesiyhteessä tarkastettiin vuosihoitossa ja sen todettiin pysyneen ennallaan eikä se aiheuta esitettyä laitoksen käytölle. Merkittävimpänä uutena havaintona oli vuonna 2003 asennettujen uusien syöttövesijakajien kiinnityskorvakkeiden tukilevyjen säröytyminen. Havaintoa selvitetään erikseen liitteessä 3.

STUK teki Olkiluodon laitoksella vuosihoitoseisokkien aikana 22:lle turvallisuuksluokkien 1 ja 2 rekisteröitäville painelaitteelle painelaitelain edellyttämiä tarkastuksia. Lisäksi painelaitteiden määräaikaistarkastuksia valvottiin tarkastamalla niitä koskevat ohjelmat. Mekaanisten laitteiden rakennetarkastuksia, korjaus- ja muutostyön tarkastuksia ja käyttöönottotarkastuksia tehtiin yhteensä 223. Yksi tarkastus muodostuu yhdestä tai useammasta osatarkastuksesta kuten tulosaineiston tarkastuksesta, laitteen tai rakenteen tarkastuksesta, paine- tai tiiveyskokeesta, toimintakokeesta tai käyttöturvallisuustarkastuksesta. Lisäksi tehtiin 9 sähkö- ja automaatiolaitteiden tarkastusta, jotka myös koostuvat useasta osatarkastuksesta.

STUK valvoi laitospaikalla myös voimayhtiön tarkastusyksikön ”Teollisuuden Voima Oy:n tarkastuslaitos” tarkastuksia, joita se teki turvallisuuksluokkien 3, 4 ja luokan EYT mekaanisille laitteille ja rakenteille. Turvallisuuksluokitus pe-

rustuu STUKin ohjeeseen YVL 2.1, jonka mukaan ydinvoimalaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet ryhmitellään turvallisuuksluokkiin 1, 2, 3 ja 4 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Kohteet, joiden merkitys turvallisuuksluokille on suurin, kuuluvat turvallisuuksluokkaan 1.

Ikääntyminen

Olkiluodon voimalaitoksen organisaatiossa laitteiden, rakenteiden ja järjestelmien vanhenemisen pitkäaikaisseurannan vastuu on vuoden 2003 organisaatiossa ollut tekniikkaosastolla. Käyttöosaston ylläpitoyksikkö seuraa ja raportoi kunnossapitotoiminnassa havaittavista ikääntymisilmiöistä. Tekniikkaosasto on jakautunut vuonna 2004 kahteen osaan. Vastuu tuotantokyvyn rakenteellisesta ylläpidosta, ottaen huomioon eliniän seurannan, on uudella voimalaitostekniikan osastolla.

Olkiluoto 1:n ja 2:n käyttöiän kannalta merkittävänä hankkeena on jatkettu vuoden aikana projektia turbiinilaitoksen uudistamiseksi, johon liittyy myös reaktoripainesäiliöissä olevien höyrynkuvaimien uusinta. Muutokset tehdään ensin Olkiluoto 2:lla; toteutusajankohta on vuosihoitoseisokki 2005. Turbiiniautomaatio siirtyy prosessoripohjaiseen tekniikkaan ja uudistuksen osalta otetaan käyttöön ohjausten uusi käyttöliittymäteknikka, joka on viety koulutussimulaattorille syksyllä 2004.

STUK tarkasti mekaanisia laitteita sekä sähkö- ja automaatiojärjestelmiä koskevat vanhenemisen seurantaraportit ja arvioi rakenteiden vanhenemisen seuranta tarkastustensa yhteydessä. Eräänä merkittävänä valvontakohteena oli releiden sinkkipinnoitteisissa osissa esiintyvän kuitukiteiden kasvuihmien kartoitus ja hallinta.

Tärkeimpien mekaanisten komponenttien ainetarikkomattomilla menetelmillä tehtävien määräaikaistarkastusten luotettavuuden parantamiseksi tarkastusmenetelmät on pätevoidävä. Pätevöintiä tekemiseen käytettävän organisaation uudistamisesta allekirjoitettiin Teollisuuden Voima Oy:n, Fortumin ja Inspecta Oy:n kesken sopimus, joka astui voimaan 1.1.2005 ja on voimassa 31.12.2010 asti. Sopimuksen mukaan ohjeen YVL 3.8 mukaisista pätevoidintielimen toiminnosta vastaava organisaatio on SFS-Inspecta Sertifiointi Oy. Vuoden 2004 aikana pätevoidintä koskeva kansallinen ohjeisto muutettiin uuden organisaation mukaiseksi.

Säteilyturvallisuus

Työntekijöiden säteilyaltistus

Kaikkien Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työkennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2004 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2004 esitetään taulukossa I. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 12,95 mSv. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltyä 100 mSv annosrajaa vuosina 2000–2004.

Vuonna 2004 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 1,06 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,45 manSv eli molemmilla laitosyksiköillä yhteensä 1,51 manSv. STUKin ohjeen mukainen kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitosyksiköllä. Kansainväliseen tasoon verrattuna työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos oli pieni. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2004 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Jalokaasu- ja jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajojen eli 0 % asetetuista päästörajoista. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 21 MBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,3 TBq ja hiili 14 -päästö ilmaan noin 0,8 TBq. Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö oli 2 TBq. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,5 GBq, mikä on noin 0,2 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,04 mikroSv eli alle 0,04 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 mikroSv). Liitteessä 1 (tunnusluku A.I.5) esitetään radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön altistuneimman henkilön laskennalliset säteilyannokset viime vuosilta.

Ympäristön säteilyvalvonta

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määrittäykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Valvontaohjelman mukaisesti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin 293 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin kahdessa ilmanäytteessä, yhdessä pohjaeläinnäytteessä, 15 vesikasvinäytteessä ja 14 sedimentoituvan aineksen näytteessä. Yhden merivesinäytteen tritiumpitoisuus oli normaalia korkeampi. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin kaikissa edellä mainituissa näytelajeissa. Havaintoja oli yhteensä 33. Kobolttin lisäksi yhdessä vesikasvinäytteessä havaittiin koboltti 58:aa ja mangaani 54:ää.

Kaikkien edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi on ydinvoimalaitosten ympäristöön sijoitettu 10 jatkuvatoimista säteilyannosnopeuden mittausasemaa noin 5 km etäisyydelle laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ympäristössä on 11 annosmittaria. Mittaukset eivät osoittaneet luonnonsäteilystä poikkeavia arvoja.

3.2.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta

Turvallisuuden hallinta

Olkiluodon ydinvoimalaitokselta asiakirjatarkastusten ja muun tarkastustoiminnan yhteydessä kertynyttä tietoa tarkasteltiin vuoden mittaan siltä kannalta, miten laitoksen turvallisuudesta huolehditaan.

Syksyllä 2003 Olkiluodon laitoksella oli aloitettu useita toimia organisaation toiminnan parantamiseksi. Luvanhaltija perusti mm. erillisen työryhmän kehittämään toimintaansa, palkkasi lisää henkilökuntaa käyttökokemustoimintaa koskeviin tehtäviin ja tilasi selvityksiä sekä koulutusta ulkopuolisilta konsulteilta. Lisäksi luvanhaltija teki itsearviointina turvallisuuskulttuuria koskevan arvioinnin IAEA:n ohjeiden pohjalta.

Laadunhallintajärjestelmä

Luvanhaltija on ylläpitänyt ja kehittänyt Olkiluodon laitoksen laadunhallintajärjestelmää järjestelmällisesti omien suunnitelmiensa mukaisesti. Uusittu, standardin ISO 9001 pohjalta kehitetty toimintajärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2001.

Luvanhaltija arvioi säännöllisesti laadunhallintajärjestelmänsä toimivuutta sisäisen seurantatarkastusohjelman ja erillisen riippumattoman tarkastusmenettelyn avulla.

STUK valvoi laadunhallintajärjestelmää ja sen toimivuutta asiakirjatarkastuksin ja käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa. Tarkastuksissa on todettu luvanhaltijan laadunhallintajärjestelmä hyväksyttäväksi. Teollisuuden Voima Oy:n toiminnan on todettu olevan laitoksen oman laadunhallintajärjestelmän mukaista. Tarkastuksissa annettiin huomautuksia, jotka koskivat lähinnä järjestelmän edelleen kehittämistä ja yksityiskohden tarkentamista.

Henkilökunnan pätevyys, koulutus ja resurssit

Teollisuuden Voima Oy on jatkanut henkilöstön rekrytointia lähinnä uuden ydinvoimalaitoksen tarpeisiin. Nykyisten laitostyöyksiköiden käyttötehtävistä on myös siirtynyt kokenutta henkilökuntaa uuden laitostyöyksikön tehtäviin ja käyttötehtäviin on palkattu uusia henkilöitä. Useita Teollisuuden Voima Oy:n palveluksessa hiljattain aloittaneita henkilöitä osallistui Suomessa järjestettyyn kuusi viikkoisen ydinalan peruskoulutusohjelmaan.

STUK valvoi Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käytettävissä olevan organisaation tarkoituksenmukaisuutta ja riittävyyttä sekä henkilökunnan koulutusta käytön tarkastusohjelman tarkastusten puitteissa. Erillisessä koulutustarkastuksessa arvioitiin laitoksen menettelyjä, jotka koskevat henkilöstön pätevyysvaatimuksia, koulutustoiminnan ohjeistusta ja resursseja sekä Olkiluoto 3:n henkilöstön ja projektin koulutustoimintaa.

Luvanhaltijan hakemuksesta hyväksyttiin sen palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan ydinvoimalaitoksella vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä. Hyväksymisiä annettiin yhteensä 22 Olkiluodon laitoksen henkilölle. Hyväksymiset koskivat pääasiassa henkilöiden hyväksymisiä uudelle kolmivuotiskaudelle. Lisäksi Olkiluodon laitokselle hyväksyttiin uusi valmius- ja turvajär-

jestelyistä huolehtiva henkilö sekä vastuullisen johtajan varamies.

Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Uuden laitostyöyksikön rakentaminen on lisännyt Teollisuuden Voima Oy:n henkilömäärää huomattavasti sekä henkilöiden tehtävien kiertoa. Käyvien laitosten osalta merkittävänä muutoksena voidaan todeta käyttökokemustoiminnan resurssien lisäys ja käyttäytymistieteen asiantuntijan rekrytointi. Teollisuuden Voima Oy:n organisaatiolla on riittävät resurssit ja pätevyudet laitostyöyksiköiden turvalliseen käyttöön.

Käyttökokemustoiminta

STUK valvoi käyttökokemustoimintaa tarkastamalla luvanhaltijan toimittamat tapahtumareportit ja vuosittaisen selvityksen käyttökokemustoiminnastaan. Olkiluodon laitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistetut menettelyt tapahtumien selvittämiseksi, arvioimiseksi ja korjaavien toimenpiteiden tekemiseksi.

Luvanhaltijan käyttökokemustoiminta muodostui omien ja muiden laitosten tapahtumien käsittelystä. Myös ulkomaisten laitosten tapahtumat käsiteltiin erityisessä käyttökokemusryhmässä. Käyttökokemustoiminnan tavoitteena on estää laitosturvallisuutta vaarantavien tapahtumien toistuminen. Vuonna 2004 käyttökokemusten perusteella laitostyöyksiköillä tehty kehitystoimenpiteet olivat pieniä, lähinnä toimintatapojen ja ohjeiston tarkennuksia sekä laitteiden tarkastuksia ja lisäanalyysijä. Käyttökokemuksista saatua tietoa jaettiin henkilökunnalle raporttien ja koulutuksen muodossa.

Olkiluodon laitoksella jatkuivat kehitystoimet, jotka oli aloitettu vuoden 2003 tavanomaista useampien turvallisuusteknistä käyttöehdoista poikkeavien laitostilanteiden johdosta. Tapahtumien taustalla oli yhteisiä tekijöitä kuten puutteita ohjeiden noudattamisessa, määräaikaikokeiden hallinnoinnissa, laitostilan seuraamisessa ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimusten tunnistamisessa. Tapahtumat käytiin perusteellisesti läpi laitoksella. Lisäksi Teollisuuden Voima Oy teetti tapahtumia koskevan selvityksen ulkopuolisella asiantuntijalla. Selvityksen johtopäätökset käsiteltiin luvanhaltijan eri organisaatiosyksiköissä sekä STUKin ja luvanhaltijan välisessä seminaarissa. STUK seuraa luvanhaltijan toimenpiteitä

saatujen opetusten huomioonottamiseksi laitoksen menettelytavoissa.

Lisäksi STUKissa arvioitiin ulkomaisista tapahtumista saatujen opetusten soveltuvuutta huomiotavaksi Suomen laitoksilla. Tiedot tapahtumista saatiin IAEA:n ja OECD:n IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) välityksellä. Vuonna 2004 käsiteltiin 80 tapahtumaraporttia, joista alustavan arvioinnin jälkeen kahdeksan raporttia johti yksityiskohtaiseen tarkastukseen. Vuonna 2004 ei tullut esille sellaisia tapahtumia, joiden perusteella luvanhaltijan olisi ollut ryhdyttävä välittömiin toimenpiteisiin. Yksi tapahtuma johti saadun opetuksen huomioonottamiseen Olkiluodon laitoksella STUKin normaalin valvontatoiminnan yhteydessä.

Käytön tarkastusohjelma

Vuonna 2004 Olkiluodon laitokselle tehtiin 15 käytön tarkastusohjelmaan kuuluvaa tarkastusta, joista yksi siirrettiin tehtäväksi vuoden 2005 alussa. Käytön tarkastusohjelmaan sisältyvät tarkastukset esitetään liitteessä 4. Tarkastuksissa käytiin läpi turvallisuusjohtamista, toiminnan pääprosesseja sekä menettelytapoja ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastuksilla valvottiin, että laitosten turvallisuuden arviointi, käyttö, ylläpito ja suojelutoiminta vastaavat ydinturvallisuussäännösten vaatimuksia. Vuosittainen tarkastusohjelma saatettiin luvanhaltijan tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovittiin luvanhaltijan edustajien kanssa.

Tarkastuksissa käytetyt tiedonhankintamenetelmät olivat voimalaitosten edustajilta pyydytetyt esitykset, henkilöstön haastattelut, asiakirjojen ja muiden dokumenttien tarkastukset, laitoskierrokset, työtehtävien havainnointi sekä erilaiset mittaukset mm. mittalaitteiston tarkkuuden selvittämiseksi. Mikään tarkastuksissa tehdyistä havainnoista ei ollut sellainen, että sillä olisi ollut merkittävää vaikutusta laitosyksiköiden turvallisuuteen. Havaittujen puutteiden korjaamiseksi laitoksella käynnistettiin toimenpiteitä.

Tapahtumien tutkinta

STUK ei käynnistänyt vuonna 2004 tapahtumien tutkintoja. Tapahtuman tutkintaryhmä perustetaan silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johta-

van merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

Olkiluodon voimalaitokselle suoritettiin alihankkijoiden käyttöön kohdistuva erillistarkastus. Tarkastuksessa arvioitiin järjestelmä-, laite- ja palvelutoimittajien käyttöä Olkiluodon ydinvoimalaitoksella ja toimittajien käytössä noudatettavia menettelyjä ja käytäntöjä. Esimerkkeiksi Olkiluodon voimalaitoksen käyttämistä alihankintapalveluista ja niiden toimittajista valittiin erikoislaitteiden vaativa huolto (säätösauvatoimilaitehuolto) ja suunnittelutyypinen alihankinta (höyrynkuivain-ten uusiminen). Tarkastuksessa tehtiin huomioita Olkiluodon voimalaitoksen menettelyistä, jotka koskivat toimittajien töiden koordinointia ja valvontaa, toimittajien arviointia sekä perehdytystä Olkiluodon voimalaitoksen menettelytapoihin. Erityisesti kiinnitettiin huomiota keskeisen suunnittelutoimittajan tietotaidon säilymiseen sekä laitoksen oman osaamistarpeen arviointiin ja varmistamiseen merkittävien ulkoistettujen huoltotöiden osalta.

Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset

STUK hyväksyi ydinenergiain mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta kaksi ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa.

Lisäksi STUK hyväksyi ydinenergiain mukaisesti kuusi testauslaitosta tekemään Olkiluodon laitosyksiköiden mekaanisten laitteiden ja rakenteiden valmistukseen liittyvää rikkomatonta aineenkoetusta. Olkiluodon laitosyksiköiden mekaanisten laitteiden ja rakenteiden määräaikaistestauksia hyväksyttiin tekemään neljän eri testauslaitoksen palveluksessa olevia testaajia. Aikaisemmat valmistajat ja testauslaitoksia koskevat päätökset ovat voimassa, kuten päätöksissä on mainittu.

Vuonna 2002 hyväksytty Olkiluodon laitoksen tarkastusyksikkö ”Teollisuuden Voima Oy:n tarkastuslaitos” jatkoi toimintaansa.

STUK valvoi hyväksymiensä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

STUK hyväksyi 1.12.2004 voimaan tulleen ohjeen YVL 5.2 mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n

hakemuksesta sen tarkastusyksikön ”Teollisuuden Voima Oy, Tarkastus, Sähkö- ja automaatiotarkastukset” ja Teollisuuden Voima Oy:n palveluksessa olevia henkilöitä suorittamaan Olkiluodon ydinvoimalaitoksen turvallisuusluokiteltujen sähkö- ja automaatiolaitteiden käyttöönottotarkastuksia.

Ydinvastuu

Ydinenergiaa käyttävällä tulee olla ydinvastuulain (484/1972) edellyttämä vakuutus tai muu taloudellinen takuujärjestely sen varalta, että ydinlaitoksessa tapahtuva onnettomuus aiheuttaisi vahinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Teollisuuden Voima Oy on varautunut ydinvahingosta aiheutuviin vahinkoihin lain tarkoittamalla tavalla ottamalla tämän varalta vakuutuksen pääosin Suomen Atomivakuutuspoolilta.

Onnettomuustilanteessa käytettävissä olevat korvausvarat muodostuvat kolmesta eri lähteestä: luvanhaltijan, laitoksen sijaintivaltion ja kansainvälisen ns. korvausyhteisön varoista. Vuonna 2004 kaikista näistä lähteistä yhteensä oli käytettävissä vahingon varalta noin 425 000 000 euroa. Tähän summaan on tulossa lähivuosina korotus, sillä vuonna 2004 saatettiin päätökseen kansainväliset neuvottelut ns. Pariisin ja Brysselin ydinvastuuta koskevien sopimusten uudistamisesta. Korvauksiin käytettävissä olevat varat tulevat lähivuosina nousemaan yli kolminkertaisiksi nykytilanteeseen verrattuna. Suomessa on lisäksi harkittavana säätää lailla luvanhaltijan vastuu rajoittamattomaksi.

Luvanhaltijan vakuutuksen sisällön ja ehtojen tarkastaminen kuuluu Suomessa Vakuutusvalvontavirastolle. Vakuutusvalvontavirasto on hyväksynyt Teollisuuden Voima Oy:n vakuutuksen. STUK on todentanut vakuutuksen voimassaolon ydinenergialain (990/1987) 55 §:n mukaisesti.

Myös ydinaineiden kuljetukset kuuluvat ydinvastuulain piiriin. STUK on valvonut, että kaikilla ydinaineiden kuljetuksilla on ollut Vakuutusvalvontaviraston hyväksymät tai lähettäjään viranomaisen hyväksymät Pariisin yleis-sopimuksen mukaiset vastuuvakuutukset.

3.2.6 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut

STUKin toiminnan vaikuttavuustunnusluvuille asetetut vaatimukset täyttyivät Olkiluodon voimalaitoksella työntekijöiden henkilökohtaisten säteilyannosten, kollektiivisten säteilyannosten,

radioaktiivisten aineiden päästöjen ja väestön säteilyaltistuksen suhteen.

Turvallisuutta vaarantavia tapahtumia ei Olkiluodon laitossyksiköillä ollut. Ohjeen YVL 1.5 mukaisesti raportoitujen tapahtumien määrä oli selvässä laskussa. Tulipaloja ei sattunut Olkiluodon voimalaitosalueella. Erikoisraportin laatimista edellyttäviä tapahtumia oli kaksi ja käyttöhäiriöraportilla raportoituja tapahtumia kuusi.

Tunnuslukujärjestelmässä tarkastellaan myös käyttötapahtumien riskimerkitystä. Tapahtumat jaetaan niiden riskimerkityksen perusteella kolmeen luokkaan, ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Olkiluoto 1:llä oli yksi reaktoripikasulku, jonka yhteydessä kaikki turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellusti. Koska oleellisesti turvallisuutta heikentäviä tapahtumia ei sattunut Olkiluodon voimalaitoksella, nousi kyseinen pikasulku riskin kannalta merkittävimmäksi tapahtumaksi vuonna 2004. Muita merkittävimpään riskiluokkaan kuuluvia tapahtumia Olkiluodon laitoksella oli kahdeksan. Tapahtumat aiheutuivat sekä suunnitelluista epäkäytettävyyksistä että vioista, jotka liittyivät molemmilla laitossyksiköillä hätädieselgeneraattoreiden ja Olkiluoto 2:lla sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmän piileviin vikoihin. Riskin kannalta merkittävimpään luokkaan kuuluvien tapahtumien lukumäärä osoitti Olkiluodossa kasvua. Vuoden 2004 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Olkiluodon voimalaitoksella turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisen kunnossapitotöiden kokonaismäärä on kahtena viime vuonna ollut laskussa, mihin vaikuttaa usean vuoden ajan jatkunut ennakkohuoltotöiden kokonaismäärän laskeva suuntaus. Vikojen määrä on vastaavasti ollut lineaarisessa kasvussa. Tehokäytön aikaisten käyttörajoitustöiden lukumäärä osoitti kasvavaa kehityssuuntaa jo toisena perättäisenä vuonna. Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneita turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden eli TTKE-laitteiden vikoja oli erityisesti Olkiluoto 1:llä poikkeuksellisen paljon. Vikojen määrän kasvava trendi viittaisi laitoksen kunnan heikkenemiseen. Samanaikainen ennakkohuoltojen pienevä lukumäärä saattaa

osoittaa ongelmia laitteiden käyttöä hallinnassa. Vikojen keskimääräiset korjausajat olivat Olkiluodon laitosyksiköillä lyhyitä. Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset olivat korkeammat kuin viime vuosina keskimäärin. Tulevina vuosina selviää, onko trendissä tapahtunut todellinen muutos.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä. Olkiluodon laitosyksiköillä on ollut pieniä polttoainevuotoja lähes vuosittain. Vuotojen kehittymistä on seurattu tehoajan aikana, ja vuotavat polttoaineputket on poistettu käytöstä vuotohavaintoa seuranneessa vuosihuoltoseisokissa. Käyttöjakson 2003–2004 primääripiirin tunnistettujen ja tunnistamattomien vuotojen määrät kummallakin laitosyksiköllä olivat vähäiset. Primääripiirin kemiallisia olosuhteita kuvaavat tunnusluvut osoittivat vähäisiä epäpuhtaus- ja korroosiotuotepitoisuuksia vuonna 2004 Olkiluoto 1:llä. Olkiluoto 2:n turbiinin lauhduttimen vuodot näkyivät korkeina kloridipitoisuuksina. Olkiluoto 2:n reaktoriveden kolmannen neljänneksen tavoitearvoa korkeammalle sulfaattipitoisuudelle ei löytynyt yksikäsitteistä selitystä. Korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien lyhytaikaisilla normaalia korkeammilla pitoisuuksilla ei ole osoitettu olevan rakennemateriaaleja vahingoittavaa vaikutusta.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna on Olkiluodon laitoksella käyttötoiminnassa tapahtunut paranemista. Laadunvarmistus ja säteilysuojelu saavuttivat asetetut tavoitteet. TTKE-laitteiden vikoja, kunnossapitoa ja turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta kuvaavat tunnusluvut indikoivat mahdollisia ongelmia kunnossapitostrategiassa tai laitoksen käyttöä hallinnassa. Havaintoa tukevat tapahtumien tekniset syyt ja riskin kannalta merkittävimpien tapahtumien lukumäärän kasvu ja niiden taustalla olleet laiteviat. Polttoaineen tiiveydessä on Olkiluodon laitoksilla ilmennyt ongelmia lähes vuosittain.

STUKin laitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen tulokset vuodelta 2004 esitetään liitteessä 1.

3.2.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi

Olkiluodon laitoksen käynnissä olevia laitosyksiköitä Olkiluoto 1 ja 2 koskevassa turvallisuuden vuotuisessa kokonaisarviossa tarkastellaan uusien

YVL-ohjeiden voimaansaattamista laitoksella sekä voimalaitoksen turvallisuusanalyysien, laitosmuutosten, toimintakuntoisuuden ja organisaation valvonnassa vuoden 2004 aikana tehtyjä havaintoja. Seikkaperäisemmin arvioinnin alueita käsitellään tämän raportin luvuissa 3.2.1–3.2.6 sekä tämän raportin liitteissä. Valvonnassa ei tullut esille ydin turvallisuuteen liittyviä merkittäviä puutteita.

Raportointia, turvallisuusanalyysijä, ydinvoimalaitoksen käyttöönottoa, koestuksia, polttoainetta ja säteilysuojelua koskevien uusien YVL-ohjeiden täytäntöönpanon yhteydessä ei todettu esteitä uudistettujen menettelyjen käyttöönottomiseksi. Joidenkin ohjeiden osalta voimayhtiön useita vuosia kestävien suunnitelmien toteuttaminen vaatii määrätietoista ja pitkäjänteistä työtä. Ydinvoimalaitoksen suunnittelua koskevana poikkeamana asetetusta vaatimustasosta hyväksyttiin ohjeen YVL 2.8 osalta, ettei uusien ydinvoimalaitosten suunnitteluperusteeksi asetettua sydänvauriotaajuutta saavuteta Olkiluoto 1:llä ja 2:lla. Olkiluodon laitosyksiköiden sydänvauriotaajuus on voimayhtiön analyysin mukaan $1,64 \cdot 10^{-5}$ /vuosi, kun ohjeen YVL 2.8 mukainen tavoitearvo on 10^{-5} /vuosi.

Olkiluodon päivitetyn tulvariskianalyysin uuden arvion mukaan tulvien aiheuttama sydänvaurion todennäköisyys vuotta kohti on noin $1,6 \cdot 10^{-7}$. Laitoksella on suunnitelma edelleen pienentää tulvariskiä.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käyttöä kannalta merkittävänä hankkeena on jatkettu vuoden 2004 aikana projektia turbiinilaitoksen uudistamiseksi, johon liittyy myös reaktoripainesäiliöissä olevien höyrynkuivaimien uusinta. Muutokset toteutetaan ensin Olkiluoto 2:n huoltoseisokissa 2005. Turbiiniautomaatio toteutetaan prosessoripohjaisella tekniikalla. Samalla valvomossa otetaan käyttöön uusi käyttöliittymätekniikka uudistusten osalta.

Laitosyksiköiden käytössä ei ollut merkittäviä häiriötä ja se tapahtui turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Raportointia STUKille edellyttävien tapahtumien määrä oli vähäinen. Erikoisraportoituja tapahtumia sattui kaksi ja kuusi käyttöhäiriötä raportoitiin. Uuden laitosyksikön rakentaminen aiheutti joitakin erityistoimia, joilla varmistettiin käyvien laitosyksiköiden turvallisuus. Varmistavat toimet koskivat lähinnä räjäytystöiden valvontaa,

turvajärjestelyjä ja sähkönsyötön ja jäähdytysveden saantia. Lisäksi rakentaminen aiheutti käyville laitosyksiköille tarvetta poiketa turvallisuusteknisistä käyttöehdoista mm. sähkökaapeleiden alituksien johdosta.

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokit olivat lyhyitä ja niissä tehtiin lähinnä polttoaineen vaihdot ja normaalit huolto- ja tarkastustyöt. Olkiluoto 1:llä tehtiin lisäksi suojarakennuksen tiiviyskoe ja lauhteen puhdistusprosessin muutos. Vuosihuoltojen aikana tehdyistä havainnoista voidaan mainita syöttövesijakajissa todettu uusi särö. Vuosihuoltojen hallinnointi tapahtui luvanhaltijan menettelytapojen mukaisesti ja ilman suurempia poikkeamia. Olkiluoto 1:n vuosihuollossa tapahtui yksi ”läheltä piti” -tapahtuma, jossa typpikaasua vuoti laitostilaan ja kolme palomiestä altistui kaasulle.

Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos pysyi kansainväliseen tasoon verrattuna pienellä. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat myös pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

Vuonna 2004 toteutetun organisaatiouudistuksen seurauksena laitoksen ikääntymishallinnan kannalta merkittävä tehtävä, eliniän seuranta, on uudella voimalaitosteniikan osastolla. Mekaanisten laitteiden, sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja rakenteiden ikääntymisen hallintaan liittyvissä tarkastuksissa ei tullut esille erityisiä turvallisuuspuutteita. Aluetta kuvaavissa indikaattoreissa on kuitenkin havaittavissa epäsuotuisaa kehitystä. TTKE-laitteiden vikoja, kunnossapitoa ja turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta kuvaavat tunnusluvut osoittavat mahdollisia ongelmia kunnossapitostrategiassa tai laitoksen käyttöiän hallinnassa. Merkittävänä automaation ikääntymiseen liittyvänä selvitettävänä asiana on ollut reaktorisuojausjärjestelmän releiden sinkkipinnoitteissa esiintynyt kuitukiteiden kasvuilmiö. Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä, joskin polttoaineen tiiveydessä on ilmennyt lähes vuosittain ongelmia.

Tärkeimpien mekaanisten komponenttien ai-nettarikkomattomilla menetelmillä tehtävien

määräaikaistarkastusten pätevointiä kehitettiin vuoden 2004 aikana. Molemmat voimayhtiöt ja Inspecta Oy ovat sopineet kansallisista järjestelyistä pätevointien toimeenpanemiseksi ja SFS-Inspecta Sertifiointi Oy:n nimeämisestä pätevointielimen toiminnasta vastaavaksi organisaatioksi. Ensimmäisten pätevointien toteutus tehtiin vuoden 2004 aikana uuden toimintamallin mukaista vaatimustasoa vastaavasti.

Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia. Tunnuslukujen mukaan arvioituna on Olkiluodon voimalaitoksen käyttötoiminnassa tapahtunut parantumista. Uuden laitosyksikön rakentaminen on lisännyt Teollisuuden Voima Oy:n henkilömäärää huomattavasti sekä henkilöiden tehtävien kiertoa. Laitoksella jatkettiin vuonna 2003 aloitettuja useita toimia organisaation toiminnan parantamiseksi. Käyvien laitosten osalta merkittävänä muutoksena voidaan todeta käyttökokemustoiminnan resurssien lisäys ja käyttäytymistieteen asiantuntijan rekrytointi. Lisäksi vuonna 2004 toteutettiin turvallisuuskulttuurin itsearviointi. Teollisuuden Voima Oy:n organisaatiolla on riittävät resurssit ja pätevyudet laitosyksiköiden turvalliseen käyttöön.

STUKin toteuttamassa Olkiluodon voimalaitoksen käytön tarkastusohjelmassa ei tullut esille merkittäviä turvallisuuspuutteita.

STUK ei aloittanut vuoden 2004 aikana yhtään laitoksen toimintaa koskevaa tutkintaa.

3.3 Olkiluoto 3

Teollisuuden Voima Oy (TVO) haki valtioneuvostolta ydinenergialain mukaista rakentamislupaa Eurajoen Olkiluotoon rakennettavalle ydinvoimalaitosyksikölle, josta käytetään nimeä Olkiluoto 3. Laitosyksikkö on kevytvesityyppinen painevesilaitos, jonka reaktorin lämpöteho on 4300 MW ja nettosähköteho on noin 1600 MW. Rakentamislupahakemus jätettiin 8.1.2004 kauppa- ja teollisuusministeriölle, joka pyysi hakemuksesta lausuntoa mm. STUKilta 16.1.2004.

Laitosyksikön toimittaa Framatome ANP:n ja Siemens AG:n muodostama konsortio (Consortium of Framatome ANP and Siemens AG, CFS). Kauppa- ja teollisuusministeriölle annettavaa lausuntoa valmistellessaan STUK arvioi laitosyksikön turvallisuuden. Lisäksi valvottiin päälaitteiden valmistusta ja laitospaikan maanrakennustöitä. STUK arvioi myös luvanhakijan ja laitostoimitta-

jan toimintaa sekä laitoshankkeeseen osallistuvia alihankkijoita tarkastuksiin ja auditointiin.

Rakentamislupahakemukseen liittyvien asiakirjojen tarkastaminen

Teollisuuden Voima Oy toimitti STUKille ydinenergian-asetuksen 35 § mukaiset rakentamislupahakemukseen liittyvät asiakirjat alkuvuodesta 2004. Tällaisia asiakirjoja ovat alustava turvallisuusse-loste, ehdotus luokitusasiakirjaksi, rakentamisen laadunvarmistusta koskeva selvitys, suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyiksi, suunnitelma ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä ja selvitys STUKin valvontamahdollisuuksista. Lisäksi STUKille toimitettiin alustava todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi ja laitosta ja sen järjestelmiä koskevat turvallisuusarviot. Osana rakentamisen laadunvarmistusta koskevaa selvitystä STUK tarkasti myös projektin laadunhallintajärjestelmän. Luvanhakija täydensi asiakirjoja vuoden 2004 aikana useita kertoja STUKin tarkastushavaintojen ja laitosyksikön suunnittelun edistymisen johdos-ta. Asiakirjatarkastukset muodostivat perustan laitoksen turvallisuuden arvioinnille, jonka tulokset esitetään lausunnon liitteenä olevassa turvallisuusarviossa.

Laitosyksikön turvallisuus arvioitiin pääosin STUKissa. Lisäksi suunnitelmien tarkastukseen käytettiin ulkopuolista asiantuntemusta. STUK teetti oman tarkastuksensa tueksi mm. riippumattomia vertailuanalyysijä laitoksen häiriö- ja onnettomuuskäyttäytymisen selvittämiseksi sekä tapahtumista aiheutuvien säteilyvaikutusten analysoimiseksi. Vertailuanalyysieihin liittyvät työt teetettiin pääosin Suomessa Valtion teknillisellä tutkimuskeskuksella (VTT), mutta myös saksalais-ta ISaR-tutkimusinstituuttia käytettiin analyysieihin. Lisäksi STUK tilasi oman tarkastuksensa täydentämiseksi asiantuntijalausunnon reaktorin primääripiirin suunnittelusta sekä tutkimuksen lentokonetörmäysten huomioinnista suunnittelus-sa saksalaiselta Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH -tutkimuslaitoksel-ta. Asiantuntijalausuntoja pyydettiin myös mm. automaatiojärjestelmistä, hätäjäähdytysjärjestel-mistä, primäärijäähdytteen vesikemiasta, laitok-sen rakennusten suunnittelusta, paloturvallisuudesta ja suojautumisesta säätömiöitä ja sähkömag-neettisia ilmiöitä vastaan. Riippumattomina asian-

tuntijoina käytettiin VTT:n, ISaR:n sekä GRS:n lisäksi myös muita kotimaisia ja ulkomaisia asian-tuntijoita ja yrityksiä.

Teknisten ratkaisujen hyväksyttävyyden arvi-oimiseksi STUK teetti analyysijä ja kokeita, jotka liittyivät vakavien onnettomuuksien hallintaan ja lentokonetörmäysten vaikutusten arviointiin. Lisäksi mm. valmius- ja turvajärjestelyihin ja pa-loturvallisuuteen liittyviä suunnitelmia käsitel-tiin yhdessä muiden viranomaisten kanssa. (mm. Eurajoen kunnan viranomaiset, sisäasiainminis-teriö).

Suomalaisten turvallisuusvaatimusten täyttä-miseksi STUK edellytti joitakin muutoksia lai-toksen suunnitteluun. Suunnittelumuutokset koh-distuivat turvallisuustoimintojen luotettavuuden parantamiseen. Muutoksia tehtiin mm. turvalli-suuden kannalta tärkeiden järjestelmien monin-kertaisuusperiaatteen lisäämiseksi, erilaisuuspe-riaatteen laajempaan hyödyntämiseen turvalli-suustoimintojen toteutuksessa sekä järjestelmien fyysisen erottelun parantamiseen.

Laadunhallinnan menettelyihin STUK edellyt-ti TVO:lta täsmennyksiä YVL-ohjeiden vaatimus-ten täyttämiseksi. Turva- ja valmiusjärjestelyihin edellytettiin täsmennyksiä Olkiluoto 3:n rakenta-mistyömaan huomioinnista Olkiluoto 1:n ja 2:n turva- ja valmiusjärjestelyjä kuvaavissa ohjeis-toissa.

Laitostoimittajan arviointi

Laitostoimittajan toiminnan arviointi perustui laadunhallintajärjestelmän ja laatusuunnitelmien sekä toimintaa kuvaavien käsikirjojen tarkastuk-seen sekä toiminnan todentaviin auditointeihin. STUK osallistui lähes kaikkiin Teollisuuden Voima Oy:n suorittamiin laitostoimittajan toiminnan au-ditointeihin. Auditointien tarkoituksena oli var-mistua laitostoimittajan kyvystä laadukkaaseen suunnitteluun ja rakentamiseen. Auditoinnit koh-distuivat laadunhallintaan, projektinhallinnan menettelyihin sekä eri tekniikan alojen suunnit-telutoimintaan (sähkö-, automaatio-, prosessi-, me-kaniikka-, ilmastointi-, rakennussuunnittelu, tur-vallisuus- ja lujuusanalyysit).

Lisäksi STUK osallistui eräiden turvallisuuden kannalta tärkeiden laitostoimittajan alihankki-joiden auditointeihin. STUK tarkasti itse myös laitostoimittajan säteilyturvallisuuksuunnittelun ja todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyy-

sin laadinnan ja hyödyntämisen laitoksen suunnittelussa. Auditointien tuloksena tehtiin useita havaintoja, joiden korjaamiseksi edellytettiin toimenpiteitä. Toimenpiteiden tilanne tarkastettiin ja todettiin hyväksyttäväksi ennen lausunnon antamista.

Päälaitteiden valmistuksen valvonta

Primääripiirin päälaitteiden valmistuksen valvonta ja niihin liittyvien asiakirjojen tarkastaminen jatkui vuonna 2004. STUK valvoi reaktoripainesäiliön ja höyrystimien takeiden valmistusta Japan Steel Worksin tehtaalla. STUK teki valmistuneille takeille rakennetarkastukset ja antoi luvat osien laivaamiselle Ranskaan Chalonin tehtaalle ja Mitsubishi Heavy Industriesin (MHI) tehtaalle Japaniin. Chalonin tehtaalla aloitettiin ensimmäisten höyrystimien osien hitsaaminen syyskuussa 2004. STUK antoi valmistukselle luvan syyskuussa 2004 tarkastettuaan ensin ensimmäisiin höyrystimien valmistusvaiheisiin liittyvät rakennesuunnitelmat ja valmistustekniset aineistot. Lupa annettiin ehdollisena, koska laitoksen suunnitteluperusteiden tarkastus oli tuolloin vielä käynnissä. MHI aloitti reaktoripainesäiliön valmistuksen tammikuussa 2005 saatuaan STUKilta siihen luvan. STUKin tarkastajat valvoivat reaktoripainesäiliön ja höyrystimien valmistusta Chalonissa ja MHI:llä.

Edellä mainittujen valmistajien lisäksi STUK auditoi muiden, lähinnä primääripiiriin liittyvien osien (pääkiertopumput, paineistin, reaktoripainesäiliön sisäosat, pääkiertoputket, höyrystimien lämmönsiirtoputket) valmistajia YVL-ohjeiden vaatimusten täyttymisen varmistamiseksi. Päälaitteiden valmistukseen liittyen STUK auditoi ja hyväksyi myös testaus- ja tarkastuslaitokset.

TVO:n toiminnan tarkastaminen

TVO:n toiminnan arviointi perustui TVO:n laadunhallintajärjestelmän arviointiin, TVO:n laatimien asiakirjojen laadun arviointiin ja TVO:n laatimien turvallisuusarvioiden tulosten käsittelyyn. Lisäksi STUK tarkasti Teollisuuden Voima Oy:n projektitoimintaa Olkiluodossa syksyn aikana. Tarkastusten tavoitteena oli varmistua Teollisuuden Voima Oy:n projektin valmiudesta laitoshankkeen turvalliseen ja laadukkaaseen toteutukseen. Tarkastukset kohdennettiin projektin johtamiseen ja resursseihin, turvallisuusasioiden käsittelyyn ja projektinhal-

linnan menettelyihin ja laadunhallintaan sekä asiakirjahallintaan. Tarkastusten tuloksena STUK edellytti täsmennyksiä erityisesti turvallisuuden arviointiin ja turvallisuusasioiden käsittelyyn liittyviin menettelyihin, kuten turvallisuusongelmien tunnistamiseen, käsittelyyn organisaatiossa ja päätöksentekoon. Lisäksi STUK painotti käyvien yksiköiden turvallisuuden varmistamista Olkiluoto 3:n rakentamistöiden mahdollisilta vaikutuksilta.

Laitospaikalla tehtäviä valmistelevia töitä STUK valvoi tekemällä louhittujen kalliopintojen tarkastuksia sekä valvomalla meriveden otto- ja poistorakenteiden rakentamista. Rakentamista koskevat suunnitelmat STUK hyväksyi heinäkuussa 2004. Hyväksynät annettiin tällöin ehdollisina laitoksen suunnitteluperustan tarkastuksen ollessa vielä meneillään. STUK valvoi myös Olkiluoto 3:n laitospaikkaa kiertävän ns. teknisen renkaan liittämistä uuden laitoksen työmaahan. Teknisen renkaan avulla huolehditaan mm. rakennustyömaan sähkönsyötöistä, paloveden syötöstä ja viemäroinnistä. STUKissa laadittiin myös rakentamisen aikainen tarkastusohjelma, jonka mukaan TVO:n toimintaa tullaan tarkastamaan rakentamisen käynnistyttyä.

Painelaitteiden valmistajien ja tarkastus- ja testauslaitosten hyväksyminen

STUK hyväksyi ydinenergiain mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta kaksi ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa.

Lisäksi STUK hyväksyi ydinenergiain mukaisesti kolme testauslaitosta tekemään Olkiluoto 3:n mekaanisten laitteiden ja rakenteiden valmistukseen liittyvää rikkomatonta aineenkoetusta ja kolme testauslaitosta tekemään Olkiluoto 3:n mekaanisten laitteiden ja rakenteiden valmistukseen liittyvää rikkovaa aineenkoetusta. Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta tehdyllä päätöksellä vuonna 2002 hyväksytyn Olkiluodon laitoksen tarkastusyksikön ”Teollisuuden Voima Oy:n tarkastuslaitos” toiminta-aluetta laajennettiin koskemaan myös Olkiluoto 3:n mekaanisten laitteiden ja rakenteiden suunnittelun ja valmistuksen vaatimustenmukaisuuden arviointia ja hyväksymistä.

STUK hyväksyi myös kolme tarkastuslaitosta suorittamaan Olkiluoto 3:n komponenttien valmistukseen liittyviä kolmannen osapuolen tarkastuksia.

STUK valvoi hyväksymiensä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

Lausunto

Ennen rakentamislupahakemusta koskevan lausunnon toimittamista kauppa- ja teollisuusministeriölle STUK teki ydinenergia-asetuksen 35 §:n mukaisista asiakirjoista hyväksyvät päätökset. Lausunto toimitettiin kauppa- ja teollisuusministeriölle tammikuussa 2005. Lausuntoon liitettiin turvallisuusarvio ja selvitys ydinenergia-asetuksen 35 §:n mukaisten asiakirjojen tarkastamisesta sekä ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto.

STUKin arvion mukaan laitossyksikkö on rakennettavissa turvallisesti. Lausunnossaan STUK esitti kuitenkin huomioita ja rajoituksia, jotka liittyivät polttoaineen palamaan, yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastamiseen ja viranomaisvalvonnan järjestelyihin rakentamisen aikana, radioaktiivisen jätteen loppusijoitussuunnitelmiin sekä Teollisuuden Voima Oy:n asiantuntemuksen kehittämiseen ja yhteiskunnan sitoutumiseen ydinenergian turvalliseen käyttöön. STUKin lausunto, turvallisuusarvio ja ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto ovat luettavissa STUKin verkkosivuilta (www.stuk.fi).

3.4 Tutkimusreaktori

Sähköä tuottavien ydinvoimalaitosten lisäksi STUK valvoi Espoon Otaniemessä sijaitsevaa Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktoria, jonka lämpöteho on 250 kW. Reaktoria käytetään radioaktiivisten merkkiaineiden tuottamiseen, aktivointianalyysiin, opiskelijoiden harjoitustöihin sekä boorineutronikaappaukseen perustuvaan aivokasvainten hoitoon (BNCT, Boron Neutron Capture Therapy) ja sen tutkimiseen.

STUKin valvonta kohdistui vuonna 2004 mm. reaktorin palontorjuntaan ja valmiusjärjestelyihin sekä ydinmateriaalitoimintoihin. Reaktorin käytössä ei vuoden 2004 aikana havaittu merkittäviä ongelmia. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön vuonna 2004 alittivat selvästi asetetut rajat.

STUK vahvisti päätöksellään VTT Prosessit-luvanhaltijan esityksen ohjeen YVL 1.5 vaatimusten soveltamisesta FiR 1 -tutkimusreaktorille. Lisävaatimuksena kuitenkin edellytettiin, että käyttökokemuksista raportoidaan STUKille ohjeen vaatimusten mukaisesti.

3.5 Muut ydinlaitokset

Ydinjätehuoltoon liittyvien ydinlaitosten kuten varastointitilojen valvontaa käsitellään luvussa 4.

4 Ydinjätehuollon valvonta

Esko Ruokola

4.1 Ydinjätehuollon ohjelmat

Posiva Oy, Teollisuuden Voima Oy ja Fortum Power and Heat Oy julkaisivat vuoden 2004 alussa raportin TKS-2003, Nuclear waste management of the Olkiluoto and Loviisa power plants, Programme for research, development and technical design for 2004–2006. Siinä esitetään katsaus Posivan ja sen omistajayhtiöiden viime vuosina tekemään ydinjätehuollon tutkimus-, kehitys- ja tekniseen suunnittelutyöhön sekä suunnitelma tulevalle toiminnalle keskittyen ajanjaksoon 2004–2006. Tämä uusi käytäntö kolmen vuoden välein tehtävästä kattavasta ydinjätehuollon selvityksestä perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön 3.12.2002 päivätyssä kirjeessä esitettyihin linjauksiin.

STUK teki laajan arvioinnin TKS-2003-raportista ulkopuolisen asiantuntijaryhmän avustamana ja toimitti kommenttinsa raportista sen laatijoille sekä kauppa- ja teollisuusministeriölle. Arvioinnissa STUK esitti lukuisia mahdollisia parannuskohteita TKS-ohjelman eri alueilla. Kyseinen arviointi oli myös perustana STUKin vuosittain kauppa- ja teollisuusministeriölle antamalle, ydinenergia-asetuksen 78 §:ssä tarkoitetulle lausunnonle voimayhtiöiden ydinjätehuollon toimenpiteistä ja suunnitelmista.

STUK toimitti kauppa- ja teollisuusministeriölle myös ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitetut ydinjätehuollon kustannuksiin varautumista koskevat lausunnot, joissa arvioidaan taloudellisen varautumisen perustana olevia teknisiä suunnitelmia.

4.2 Käytetty ydinpolttoaine

STUK valvoi käytetyn ydinpolttoaineen varastointia säännönmukaisin tarkastuksin sekä tarkastamalla varastointilaitteita koskevia suunnitelmia ja töitä. Varastoinnissa ei sattunut turvallisuutta vaarantavia tapahtumia. Olkiluodon laitoksella varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä oli vuoden lopussa 6050 nippua (1065 tU, tonnia al-

kuperäistä uraania) ja lisäys vuonna 2004 oli 262 nippua (46 tU). Loviisan laitoksella vastaava kertymä oli 2947 nippua (351 tU) ja lisäys 192 nippua (23 tU).

Posiva jatkoi käytetyn ydinpolttoaineen kapseloinnin ja loppusijoituksen teknistä kehitystä ja suunnittelutyötä vuonna 2004. Metso Oy:n Rautpohjan tehtaalla tehtiin jättekapselin pallografiittirautaisen sisäosan valu, joka onnistui hyvin mittojensa puolesta ja verraten hyvin myös materiaaliominaisuuksiensa puolesta. Aiemmin valmistetulle sisäosalle tehty täysmittainen painekoe osoitti sen lujuuden olevan vaatimusten mukainen. Outokumpu Oy:n Porin tehtaalla tehtiin kuparisen päällyskapselin aihoiden valuja 10 kappaletta verraten hyvin tuloksin. Saksassa valmistettiin pisto-veto-menetelmällä yksi integroidulla pohjalla varustettu kapseli. Valmistustekniikassa edistytettiin, mutta kapselin pohjan ja seinämän yhtymäkohdassa raekoko ei ole vielä halutunlainen. Ruotsin ydinjäteyhtiön SKB:n vetämissä yhteishankkeissa tehtiin myös taontaan ja pursotukseen perustuvia kuparikapselin valmistuskokeita.

Posivan aiemmin Saksassa teettämät kuparikapselin elektronisuihkuhitauskokeet siirrettiin vuonna 2004 Patria Oy:n Linnavuoren tehtaalle ja koeohjelma käynnistyi syksyllä. Vaihtoehtoisena menetelmänä on kitkatappihitus, jota kehitetään SKB:n johdolla. SKB:llä on myös päävastuu kuparikapselin rikkomattomien tarkastusmenetelmien kehitystyössä.

Loppusijoitustekniikan osalta kehitystyö tapahtuu pääosin Äspön kalliolaboratoriossa. Kertomusvuonna siellä aloitettiin jättekapselien vaakasijoituksen (ns. KBS-3H-konsepti) täysmittaiseen demonstrointiin tähtäävä koeohjelma.

Posiva jatkoi loppusijoituspaikan soveltuvuuden varmentamiseen tähtääviä tutkimuksia Olkiluodossa. Maanpinnalta tehtyjen kairausten, poranreikäluotausten ja näytteenottojen tarkoituksena oli täydentää aiempia tutkimuksia ja laa-

jentaa tutkimusaluetta. Merkittävin Olkiluodon kallioperätutkimuksiin liittyvä hanke on maan-alainen tutkimustila, ONKALO, jonka rakentaminen aloitettiin vuoden 2004 puolivälissä. Koska tutkimustilaa käytettäneen myöhemmin varsinaisen loppusijoituslaitoksen osana, sitä valvotaan jo tässä vaiheessa. STUK laati vuonna 2004 Olkiluodon kallioperätutkimuksia koskevan valvontasuunnitelman, jossa esitetään valvonnan tavoitteet, organisointi ja menettelytavat, ja käynnisti suunnitelman mukaiset valvontatoimet.

Posiva esitti suunnitelmaraportissa strategiansa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden perustelemiseksi. Kyseinen raportointi tulee koostumaan kymmenestä pääraportista muodostuvasta kokonaisuudesta (safety case portfolio). Posiva on myös saanut valmiiksi ensimmäisen tähän kokonaisuuteen kuuluvan raportin.

Turvallisuustutkimukset pohjautuvat valtaosin pitkäkestoiisiin kahdenvälisiin tai monenkeskisiin yhteistyöhankkeisiin. Kahdenkeskisistä tutkimushankkeista valtaosa sisältyy Posivan ja Ruotsin SKB:n väliseen yhteistyöhön. Monenkeskisistä hankkeista merkittävimpiä ovat EU:n kuudenteen puiteohjelmaan sisältyvät, vuoden 2004 alussa käynnistyneet integroidut projektit NF-PRO (Near Field Processes) ja ESRED (Engineering Studies and Demonstrations of Repository Design) sekä vuoden 2005 alusta aloitettu FUNMIG (Fundamental Processes of Radionuclide Migration), joissa Posiva on mukana suomalaisten tutkimuslaitosten kanssa. EU:n viidenteen puiteohjelmaan sisältyneet tutkimushankkeet ovat raportointivaiheessa.

4.3 Voimalaitosjätteet ja käytöstäpoisto

Voimayhtiöiden keski- ja matala-aktiivisten jätteiden huoltotoimet jatkuivat vuonna 2004 aiempien käytäntöjen mukaisina. Voimalaitosjätteiden käsittelyssä, varastoinnissa tai loppusijoituksessa ei ilmennyt turvallisuusongelmia eikä STUKin laitospaikoilla tekemissä voimalaitosjätteiden käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta koskevissa tarkastuksissa todettu välittömiä toimenpiteitä edellyttäviä puutteita.

Loviisan laitoksella voimalaitosjätteiden määrä vuoden 2004 lopussa oli 2677 m³, mihin on vähennystä edellisvuotisesta 60 m³ nestemäisten jätteiden tilavuuden pienennyksen ansiosta. Olkiluodon laitoksella vastaava kertymä oli 4683 m³ ja lisäys

vuonna 2004 oli 348 m³. Loviisan laitoksen jätteistä on loppusijoitettu noin 46 % ja Olkiluodon laitoksen jätteistä noin 88 %.

Pitkäaikaisvarastoitavia voimalaitosjätteitä Olkiluodon laitoksella ovat lähinnä reaktoripainesäiliöiden sisältä poistetut komponentit, joita säilytetään polttoainealtaissa. Niistä höyrynerottimien paloittelu ja loppusijoitus aloitettiin vuonna 2004. Olkiluodon laitosalueelle on varastoitu myös joitakin suurehkoja, verraten matala-aktiivisia koneenosia, joiden käsittelyä varten on laitokselle hankittu dekontaminointikammio ja jätemurskain. Olkiluotoon on myös valmistumassa uusi varastorakennus vuosina 2005 ja 2006 poistettaville turbiinilaitoksen välitulistimille. Olkiluodon laitokselta vapautettiin valvonnasta vuonna 2004 huoltojätettä paikalliselle kaatopaikalle haudattavaksi sekä kierrätysmetallia Eurajoen Romu Oy:lle.

Merkittävimmät keski- ja matala-aktiivisten jätteiden huoltoon Loviisan voimalaitoksella liittyvät hankkeet ovat kiinteytyslaitoksen rakentaminen ja loppusijoitustilojen jatkorakentaminen. Nämä hankkeet aloitettiin vuonna 2004 ja ne on tarkoitus saattaa loppuun vuoden 2007 alkuun mennessä. Kiinteytettyjen jätteiden loppusijoituksen käynnistyttyä Loviisan laitostiloihin jää vielä pitkäaikaisvarastoitavaksi reaktoripainesäiliöiden sisältä poistettuja voimakkaasti säteileviä komponentteja sekä noin 200 m³ muita jätteitä.

Loviisan voimalaitokselta vapautettiin valvonnasta vuonna 2004 huoltojätettä haudattavaksi Kymenlaakson Jäte Oy:n kaatopaikalle Anjalankoskelle sekä kierrätysmetallia Imatran terästehtaalle. Romukuormissa havaittiin kaksi kertaa esineitä, jotka aiheuttivat tehtaan käyttämän hälytysrajan ylityksen ja johtivat romuerien palautukseen voimalaitokselle. Loviisan voimalaitoksella kehitetään valvonnasta vapautettavan metalliromun lajittelu-, aktiivisuusmittaus- ja varastointikäytäntöä niin, että vastaavanlaisilta ongelmilta vältytään jatkossa.

Molemmat voimayhtiöt esittivät päivitettyt käytöstäpoistosuunnitelmat vuoden 2003 lopussa. STUK esitti vuonna 2004 kauppa- ja teollisuusministeriölle antamissaan lausunnoissa arvionsa kyseisistä suunnitelmista. Lausunnoissa arvioitiin käytöstäpoiston perusratkaisut muutoin soveltuviksi, mutta Olkiluodon laitoksen osalta suositeltiin selvitetävään suunniteltua lyhyempää valvottua säilytystä ennen laitosten purkamista.

5 Ydinsulkuvalvonta

*Marko Hämäläinen, Arto Isolankila, Erja Kainulainen,
Elina Martikka, Olli Okko, Jaakko Tikkinen*

5.1 Ydinmateriaalivalvonta

5.1.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla

Kansainvälistä valvontaa toteuttavat Kansainvälinen Atomiennergiajärjestö (IAEA) ja EU:n alueella komission ydinmateriaalivalvonnasta vastaavat yksiköt (Energian ja liikenteen pääosasto, linjat H ja I). IAEA:n valvonta perustuu ydinsulkusopimukseen ja sen perusteella solmittuun EU:n ydinaseetomien maiden, Euroopan Atomiennergia-yhteisön (Euratom) ja IAEA:n väliseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193). EU:n valvonta perustuu Euratomin perustamissopimukseen ja sen nojalla annettuun komission asetukseen (EURATOM) 3227/76. STUKin ydinmateriaalivalvonnan tavoitteena on huolehtia ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Lisäksi STUKin tehtävä on huolehtia Suomen solmimien ydinenergia-alan kansainvälisiin sopimuksiin liittyvästä valvonnasta.

STUKin ydinmateriaalivalvonta kohdistuu ydinvoimalaitosten osalta pääasiassa polttoaineen maahantuonteihin, kuljetuksiin, varastointiin, sisäisiin siirtoihin ja vaihtolatauksiin. Voimayhtiöt toimittavat STUKille ydinmateriaalivalvontaan

liittyen vaatimusten mukaiset vuosisuunnitelmat, ennakoilmoitukset ja raportit.

Vuonna 2004 Loviisan voimalaitokselle tehtiin 9 tarkastusta ja Olkiluodon voimalaitokselle 16 tarkastusta eli Suomen laitoksilla tehtiin yhteensä 25 tarkastusta. Euratom oli näistä mukana 21 ja IAEA 22 tarkastuksessa. Lisäksi IAEA:n tarkastajat vierailivat kahdesti Olkiluodon loppusijoituslaitoksen työmaalla.

Pieniä määriä ydinaineita on ydinvoimalaitosten lisäksi myös muilla laitoksilla. Näistä merkittävin on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktori, jossa vuonna 2004 tehtiin yksi tarkastus. Tarkastukseen osallistuivat STUK, IAEA ja Euratom. Lisäksi Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemian laboratoriolalla, OMG Kokkola Chemicalsilla, Jyväskylän yliopistolla, Geologian tutkimuskeskuksella sekä STUKilla on hallussaan pieniä määriä ydinaineita. Ydinaineiden määrät esitetään taulukossa II. STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat luetellaan liitteessä 5.

Ydinmateriaalivalvonnassa varmennetaan eri todentamismenetelmien avulla, että käyttäjien ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi palama ja jäähdytysaika, ovat oikeita ja

Taulukko II. Ydinainemäärät Suomessa 31.12.2004.

Paikka	Luonnonuraani (kg)	Rikastettu uraani (kg)	Köyhdytetty uraani (kg)	Plutonium (kg)	Torium (kg)
Loviisan laitos	–	433 058	–	3 474	–
Olkiluoto 1	–	217 723	–	1 042	–
Olkiluoto 2	–	180 974	–	750	–
Olkiluoto / Käytetyn polttoaineen varasto (KPA)	–	824 342	–	6 771	–
VTT/FiR 1 -tutkimusreaktori	1 511	60	< 1	–	–
OMG Kokkola Chemicals	1 687,2	–	–	–	–
Muut (ei-ydinlaitokset)	83,7	1,7	612,5	0,006	4,4

täydellisiä. Mittauksin voidaan varmentaa myös muita ydinturvallisuuteen liittyviä asioita alkaen käyttöturvallisuudesta jatkuen aina loppusijoitukseen. Vuonna 2004 STUK todensi ainetta rikkomattomin mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella 148 käytettyä polttoaineenippua ja Loviisan voimalaitoksella 129 käytettyä polttoaineenippua. Lisäksi IAEA, Euratom ja STUK todensivat ainetta rikkomattomin mittauksin 13 Loviisa 1:n reaktorihallissa ollutta polttoaineenippua.

Kaikki materiaalitasealueet toimivat STUKin hyväksymien käsikirjojen mukaisesti ja siten, että STUKilla oli omalta osaltaan mahdollista toteuttaa Suomen solmimien kansainvälisten ydinalan sopimusten velvoitteet.

Vuonna 2004 STUK hyväksyi 5 Euratomin ja 199 IAEA:n tarkastajaa tarkastamaan Suomen ydinlaitoksia. Lisäksi STUK hyväksyi Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksen kiihdytinlaboratoriole vastuullisen johtajan ja tämän varamiehen.

5.1.2 Ydinmateriaalivalvonnan uudistaminen

IAEA:n ydinmateriaalivalvonnan uudistaminen alkoi Irakin ydinaseohjelman paljastuttua. Hallinnollisesti IAEA:n valvontaoikeuksien vahvistaminen perustuu valvontasopimuksen lisäpöytäkirjaan. Suomi on allekirjoittanut lisäpöytäkirjan yhdessä muiden EU-maiden kanssa syyskuussa 1998 ja ratifoinut sen kesällä 2000. Muut EU:n jäsenmaat saattoivat ratifioinnit päätökseen vuoden 2003 lopulla. Komissio oli omalta osaltaan valmis ratifioimaan lisäpöytäkirjan huhtikuussa 2004. Lisäpöytäkirja tuli voimaan 30.4.2004 – juuri ennen EU:n laajenemista.

Lisäpöytäkirjan mukaiseen valvontaan valmistautumiseksi STUK neuvotteli maaliskuussa 2004 IAEA:n kanssa deklaraatioiden eli lisäpöytäkirjan edellyttämien ilmoitusten toimittamiseen liittyvän menettelyn ja valitsi deklaraatioiden toimittamista varten IAEA:n kehittämän ”Protocol Reporter”-ohjelmiston. Saman vierailun yhteydessä STUK tutustui IAEA:n järjestelmään luottamuksellisen deklaraatiotiedon tietoturvallisuuden varmistamiseksi. Huhtikuussa STUK vieraili Luxemburgissa sopimassa komission kanssa komissiota koskevien deklaraatioiden toimittamiseen liittyvistä muoto-seikoista.

Lisäpöytäkirjan tultua voimaan Suomessa saatettiin voimaan laki ydinenergiain muuttamisesta (12.5.2004) ja asetus ydinenergia-asetuk-

sen muuttamisesta (31.5.2004). Komission asetus 2002(99) ei tullut voimaan vielä vuoden 2004 aikana, mutta komissio pyysi kirjeellä toiminnanharjoittajia ja laitosalueen edustajaa (STUK) toimimaan lisäpöytäkirjaan liittyvien toimien osalta ikään kuin komission asetus olisi jo voimassa. Asetus 2002(99) on samalla komissiolle juridinen työkalu omalta osaltaan kerätä lisäpöytäkirjan mukaista valvontaa varten tarvittavat tiedot.

STUK valmisteli lisäpöytäkirjan edellyttämät deklaraatiot, joista merkittävimpiä ovat laitosalueiden kuvaukset sekä ydinpolttoainekierto liittyvän tutkimus- ja kehitystoiminnan kuvaus. STUK toimitti deklaraatiot IAEA:lle sekä osaltaan komissiolle 8.7.2004. Suomen toimittama deklaraatio oli ensimmäinen EU:sta toimitettu deklaraatio IAEA:lle, josta IAEA ilmaisi tyytyväisyytensä kirjeitse. Suomesta toimitettiin IAEA:lle ja Euratomiin vuonna 2004 yhteensä 11 deklaraatiota. IAEA teki Helsingin yliopiston radiokemian laboratorioon ensimmäisen lisäpöytäkirjan mukaisen täydentävän tarkastuskäynnin 21.12.2004.

STUK oli mukana aktiivisesti komission uuden valvontamenetelmien kehittämiseen liittyvissä keskusteluissa. STUKin asiantuntija osallistui IAEA:n uutta safeguards-valvontaa käsittelevään seminaariin marraskuussa Unkarissa. STUKin asiantuntija osallistui myös Euroopan Neuvoston atomiasiantuntijaryhmän kokouksiin (AQG, Atomic Questions Group), joissa käsiteltiin safeguards-valvontaa tai siihen liittyviä kysymyksiä. Myös komission Luxemburgissa joulukuussa järjestämään tiedotusseminaariin osallistuttiin.

STUK järjesti useita keskustelu- ja koulutustilaisuuksia toiminnanharjoittajien kanssa lisäpöytäkirjan mukaiseen valvontaan liittyen.

5.1.3 Ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta

Ydinpolttoaineen loppusijoittaminen maanalaisiin tiloihin asettaa uudenlaisia haasteita ydinmateriaalivalvonnan toteuttamiselle, koska ydinainetta ei enää kapseloinnin jälkeen ole käytännössä mahdollista todentaa. Loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonnan osalta STUK on aloittanut työn kansallisten vaatimusten luomiseksi kapselointi- ja loppusijoitustilaa varten. Tavoitteena on luoda valvontakriteerit, jotka kattavat niin kansallisten kuin kansainvälistenkin valvontaorganisaatioiden tarpeet loppusijoitustilojen koko elinkaaren

ajan. Loppusijoituslaitoksen osaksi kaavaillun tutkimusluolan maanalainen louhinta alkoi kesällä 2004, minkä takia kansainväliselle ydinmateriaalivalvonnalle luotiin puitteet.

Komission asetuksen (EURATOM 3227/76) mukaan Euroopan komissio velvoittaa toiminnanharjoittajaa raportoimaan ydinmateriaaleista sekä niitä käsittelevistä laitoksista viimeistään 200 päivää ennen kuin ydinmateriaaleja siirretään uusiin tiloihin. Komissio raportoi edelleen IAEA:lle. Ydinsulkusopimuksen perusteella valtio (eli STUK) on kuitenkin velvollinen mahdollistamaan IAEA:n tehokkaan valvonnan Suomessa. Näin ollen STUKin ja KTM:n välisen, 29.9.2004 pidetyn neuvottelun perusteella katsottiin tarkoituksenmukaiseksi velvoittaa loppusijoitusta selvittävä Posiva Oy huolehtimaan ydinlaitoksen tavoin ydinsulkuvalvonnan toteuttamisesta jo loppusijoitustilan maanalaisen tutkimustilan rakentamisen aikana. Velvoitteella pyritään siihen, että IAEA voi vakuuttua Suomen kyvystä toteuttaa riittävä valvonta ja suunnitella omat valvonta- ja tarkastusmenettelynsä. IAEA teki ensimmäisen vierailun rakenteilla olevaan loppusijoitusluolaan 4.10.2004. Vierailulla STUKiin asiantuntijat esittivät alustavan suunnitelman siitä, miten kansallinen järjestelmä valvoo loppusijoitusta ja miten yhteistyö IAEA:n kanssa toteutetaan.

5.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta

Suomessa kuljetetaan noin 20 000 radioaktiivista pakkausta vuosittain. Vuonna 2004 STUKin tietoon ei tullut yhtään radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomuutta tai muuta turvallisuutta vaarantavaa tapahtumaa. Ydinaineiden kuljetukset edellyttävät STUKin lupaa. Luvan myöntämisen ehtona on mm. ydinvastuuvakuutus ja riittävät turvajärjestelyt. STUK hyväksyi kolme kuljetussuunnitelmaa, jotka koskivat tuoreen polttoaineen tuontikuljetuksia. Lisäksi hyväksyttiin kuusi pakkaustyyppiä Suomessa käytettäväksi. Näistä yksi hyväksyntä oli haettu mahdollista kauttakulkua varten. Kauttakuljetus ei kuitenkaan toteutunut. Merkittävimmät ydinaineiden kuljetukset vuonna 2004 olivat tuoreen polttoaineen tuonnit Suomen ydinvoimalaitoksille Saksasta, Ruotsista, Espanjasta ja Venäjältä. Lisäksi hyväksyttiin kaksi radioaktiivisen aineen kuljetusta erityisjärjestelyin.

Myös radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Näihin liittyviä salakuljetusyrityksiä ei vuonna 2004 Suomen rajoilla todettu.

Vuosina 2001–2004 ei rajalta käännytetty yhtään luvatonta radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta. Enimmillään käännytysten määrä oli vuonna 1997, jolloin Suomen rajalta käännytetttiin 23 radioaktiivista kuljetusta. Tyypillisin käännytyksen syy on ollut metalliromussa todettu radioaktiivisuus. Lukumäärään vähenemiseen on osaltaan vaikuttanut se, että suurimmat lähettäjät nykyisin itse mittaavat lähettämänsä romun radioaktiivisuuden. Toisaalta myös metalliromun kuljetukset ovat vähentyneet.

Ydinmateriaalivalvontaa ja radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvontaa tarkastellaan yksityiskohtaisesti raportissa *Nuclear Safeguards in Finland 2004* (STUK-B-YTO 238).

5.3 Ydinkoekiellon valvonta

Kattava ydinkoekieltosopimus kieltää kaikki ydinkokeet. Sopimus avattiin allekirjoitettavaksi vuonna 1996. Sopimus astuu voimaan, kun 44 erikseen nimettyä valtiota ovat ratifioineet sen. Suomi ratifioi sopimuksen vuonna 1999. Sopimuksen noudattamista valvotaan maailmanlaajuisella havaintoasemien verkolla, johon tulee kuulumaan 321 mittausasemaa. Näistä 80 havaitsee ilmakehän radioaktiivisia hiukkasia. Havaintoasemien mitaustulokset ovat kaikkien jäsenvaltioiden käytävissä.

Sopimuksen voimaantuloa valmistelee erityinen valmisteleva toimikunta, joka kokoontuu Wienissä. Toimikunnassa on edustus kaikista allekirjoittajavaltioista. Wienissä toimii myös väliaikainen tekninen sihteeristö.

Ydinkoekieltosopimukseen perustuva, STUKin yhteydessä toimiva kansallinen tietokeskus osallistui sopimuksen valmistelutoimikunnan tehtäviin kustannustehokkaan ja Suomen kannalta toimivan organisaation rakentamiseksi. Tietokeskuksen oma automaattinen rutiinivalvonta toimi koko vuoden analysoiden ilmakehän radioaktiivisia hiukkasia havaitsevien asemien tuloksia. Rutiinivalvontaa helpottaa hälytysjärjestelmä, joka välittää tiedot poikkeavista havainnoista tietokeskuksen henkilökunnalle. Tietokeskus ei havainnut poikkeavia havaintoja vuoden 2004 aikana.

Tietokeskuksen analyysitoiminta tuottaa suu-

ren määrän tiedostoja, joiden hallintaan kehitettiin menetelmä. Analyysitoiminnan tulosten käytettävyyden parantamiseksi analyysiohjelmiston tulokset tallennetaan tietokantaan. Tietokantaa ja sen käyttöliittymää kehitettiin edelleen yhteistyössä ilman radioaktiivisuutta valvovan STUKin laboratorion, Teknillisen korkeakoulun ja Kanadan kansallisen tietokeskuksen välisenä yhteistyönä.

STUK solmi vuonna 2002 sopimuksen tietokes-

kuksen käyttämän analyysiohjelmiston valmistajien kanssa ohjelmiston luovuttamisesta muiden maiden kansallisille tietokeskuksille käytettäväksi ydinkoekiellon valvontaan. Ohjelmisto toimitettiin vuoden 2004 aikana Romanian, Islannin, Algerian, Libyan, Burkina Fason, Filippiinien, Brasilian, Vietnamin, Ugandan ja Indonesian kansallisille tietokeskuksille.

6 Turvallisuustutkimus

Esko Eloranta, Harri Heimbürger

STUK teettää viranomaispäätösten tueksi riippumattomia turvallisuusanalyyskejä ja selvityksiä tutkimuslaitoksilla ja asiantuntijaorganisaatioilla. STUK teettää tarvittaessa myös erillisiä tutkimuksia, jotka palvelevat viranomaisen valvontatoiminnan kehittämistä. Näiden lisäksi STUK osallistuu ydinvoimalaitoksia ja ydinjätehuoltoa koskevien kansallisten turvallisuustutkimusohjelmien SAFIR ja KYT ohjaamiseen. Vastaavat edeltäneet ohjelmat olivat FINNUS ja JYT. Näiden julkisten ydinturvallisuustutkimusohjelmien lähtökohtana on, että ne luovat edellytyksiä ydinvoiman turvallisen käytön jatkumiseen tarvittavan tietämyksen säilymiselle, uuden tietämyksen kehittämiselle ja kansainväliselle yhteistyölle. Tutkimusohjelmien suunnittelujakso on neljä vuotta. KYT-ohjelma aloitettiin vuonna 2002 ja SAFIR-ohjelma vuonna 2003.

Viranomaispäätösten tueksi tehdyt toimeksiannot liittyivät pääasiassa uuden ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksen käsittelyyn ja niitä käsitellään tämän raportin valvontaa koskevassa osassa.

Eduskunnan vuonna 2003 hyväksymän ydinenergiain lain muutoksen mukaisesti Valtion ydinjätehuoltorahastoon (VYR) kerätään varoja luvanhaltijoilta kahteen rahaston muista varoista erillään pidettävään erillisvarallisuuteen, joilla rahoitetaan ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusta ja ydinjätetutkimusta. Kunakin vuonna jaettavissa olevin varoin rahoitetaan tutkimushankkeita, joiden muodostama hankekokonaisuus tukee varojen keräämisen tarkoitusta. Vuonna 2004 SAFIR-hankkeille jaettiin 2,7 milj. euroa ja KYT-hankkeille 1,0 milj. euroa. SAFIR-ohjelmaa rahoittavat myös muut tahot kuin VYR ja ohjelman koko rahoitus vuonna 2004 oli noin 5 milj. euroa ja KYT-ohjelman noin 1 milj. euroa.

STUKin asiantuntijat ohjasivat ja seurasivat käynnissä olevia SAFIR- ja KYT-ohjelmia sekä osallistuivat tutkimusohjelmien tuki- ja johtoryhmätyöhön. STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergiain edellyttämät lausunnot SAFIR- ja KYT-ohjelmien vuosisuunnitelmista.

SAFIR-tutkimusohjelman runkosuunnitelma perustuu tälle vuosikymmenelle tunnistettuihin ydinvoimalaitosten turvallisuushaasteisiin, joita on monia johtuen käynnissä olevien ydinvoimalaitosten ikääntymisestä ja uudistuksista sekä uudesta laitoshankkeesta. SAFIR-tutkimusohjelman yleiset tutkimusteemat olivat polttoaine ja reaktorisydän, reaktoripiiri, suojarakennus ja prosessiturvatoiminnot, automaatio, valvomo ja tietotekniikka, organisaatiot ja turvallisuuden hallinta sekä riskitietoinen turvallisuuden hallinta. Reaktoriturvallisuuden alueella ohjelman sisältyi myös osallistuminen useisiin kansainvälisiin hankkeisiin OECD/NEA:n puitteissa sekä USA:n turvallisuusviranomaisen NRC:n kanssa. Tutkimusohjelma koostui kaikkiaan 18 tutkimusprojektista. SAFIR-ohjelmaa koskevia tietoja on verkko-osoitteessa www.vtt.fi/pro/tutkimus/safir.

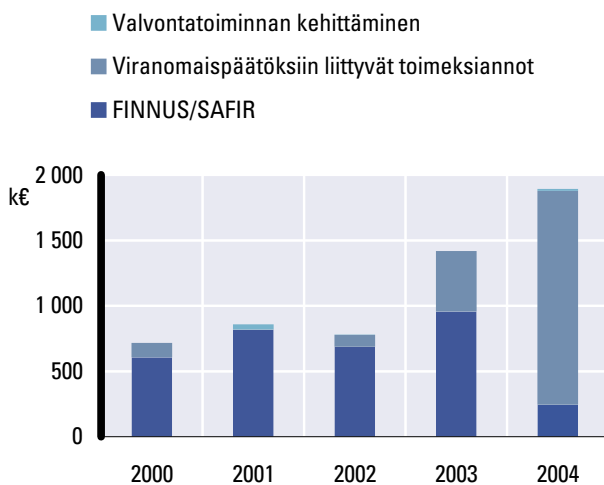
KYT-ohjelman painopistealueet olivat vuonna 2004 geotieteet, tekniset vapautumisesteet, radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen, turvallisuusanalyysit sekä tekniset ratkaisut. KYT-ohjelmaa koskevia tietoja on esitetty verkko-osoitteessa www.vtt.fi/pro/tutkimus/kyt.

Liitteessä 6 esitetään STUKin rahoittamat, vuonna 2004 valmistuneet turvallisuustutkimukset ja toimeksiannot.

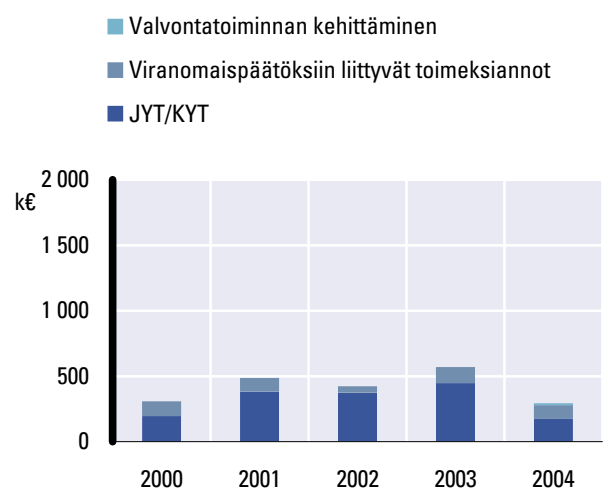
Kuvissa 8 ja 9 esitetään ydinturvallisuustutkimuksesta vuosina 2000–2004 maksetut kulut. Diagrammeissa on eroteltu viranomaispäätösten tueksi tehtyjen toimeksiantojen osuus ja STUKin budjetin kautta kulkenut ns. julkisrahoitteisen

turvallisuustutkimuksen osuus. Ydinenergialain muutoksen johdosta vuoden 2004 alusta ei STUKin rahoitettavana ole enää ns. julkisrahoitteista ydinturvallisuustutkimusta. Tältä osin kustannukset

johtuvat aiemmin tilattujen tutkimushankkeiden viivästymisestä ja laskutusajankohdan siirtymisestä.



Kuva 8. Ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.



Kuva 9. Ydinjätehuoltoa ja ydinsulkuvalvontaa koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.

7 Ydinlaitosten valvonnan kehittäminen

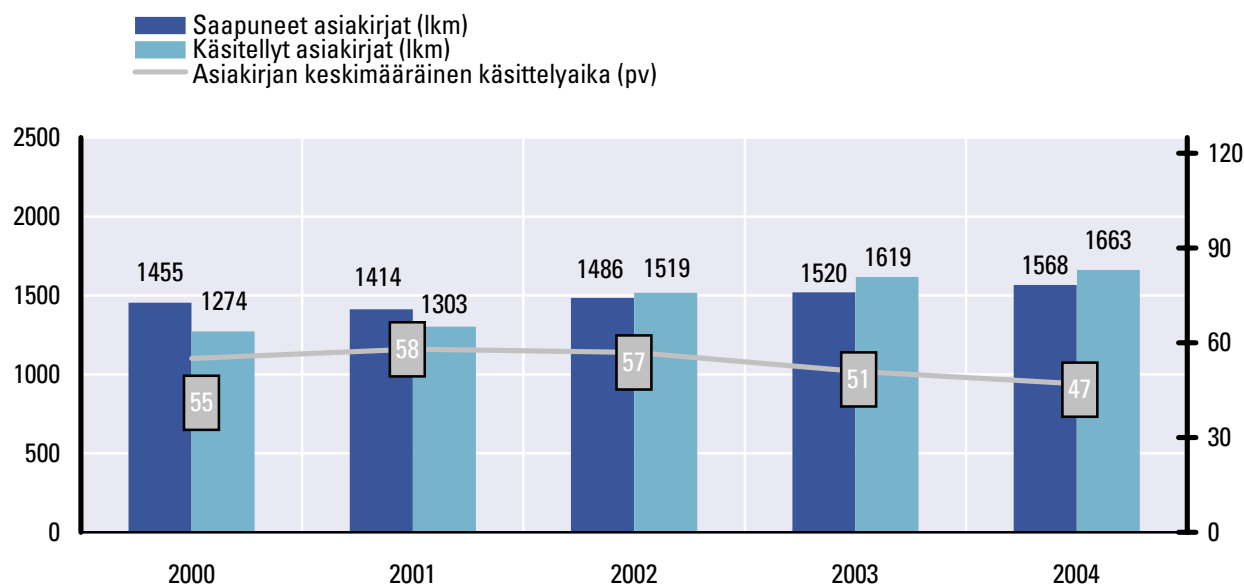
Marja-Leena Järvinen, Kaisa Koskinen, Pekka Salminen, Arja Tanninen,
Reino Virolainen

7.1 Prosessit ja rakenteet

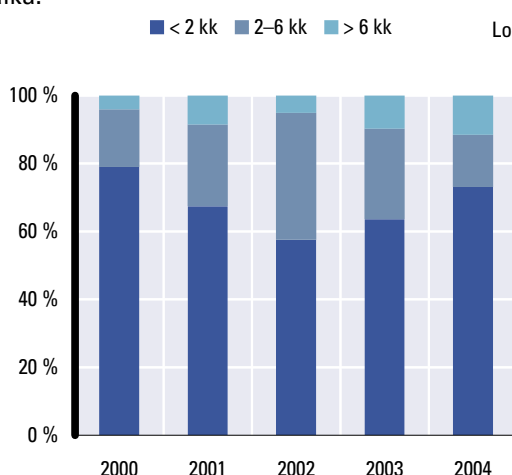
Asiakirjojen käsittely

Vuonna 2004 STUKille toimitettiin käsiteltäväksi kaikkiaan 1568 asiakirjalähetystä. Vuonna 2004 sekä aikaisemmin toimitettujen asiakirjojen tarkastuksia saatiin vuonna 2004 päätökseen 1663. Lukuun sisältyvät myös STUKin myöntämät

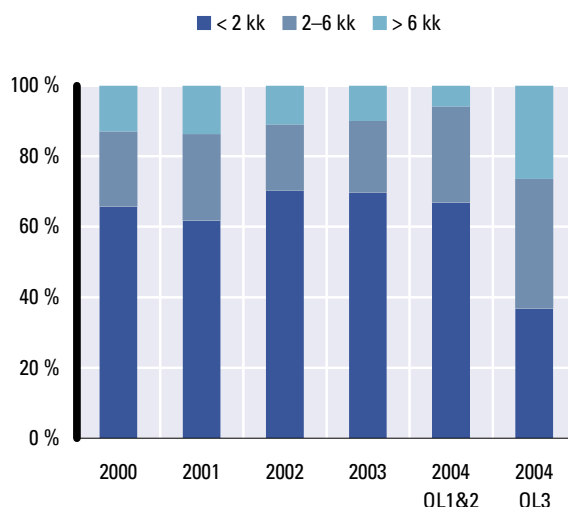
ydinenergiain mukaiset luvat, jotka luetellaan liitteessä 5. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 47 päivää. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosina 2000–2004 esitetään kuvassa 10. Kuvissa 11 ja 12 esitetään hyväksymiskäsittelyssä olleiden Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköitä koskevien asiakirjojen käsittelyaikajakaumat.



Kuva 10. Saapuneiden ja käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.



Kuva 11. Loviisan laitosyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



Kuva 12. Olkiluodon laitosyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.

Oman toiminnan kehittäminen

Toiminnan kehittämisessä keskityttiin prosesseihin. Vuoden aikana tehtiin ydinvoimalaitosten valvonnan neljän prosessin (turvallisuuden kokonaisarviointi, laitoshankkeiden ja -muutosten valvonta, laitoksen toimintakuntoisuuden valvonta ja organisaation toiminnan valvonta) kuvaukset ja valmisteltiin niihin liittyviä sisäisiä laatuohjeita. Aliprosesseista viimeisteltiin niin ikään kuvauksia ja ohjeita. Ydinsulkuvalvonnan osalta valmisteltiin kaksi kokonaan uutta prosessiohjetta ja päivitettiin kolme muuta. Uudet ohjeet koskivat ydinmateriaalien tarkastuksia ja tarkastusten kriteereitä sekä ydinmateriaalikirjanpitojärjestelmän ylläpitoa. Lisäksi uusi, lisäpöytäkirjan deklaraatioita koskeva ohje on valmisteilla. Samalla kehitettiin prosessimittareita, jotka otetaan koekäyttöön vuoden 2005 aikana.

Ydinvoimalaitosten valvonta -osastolla toteutussa laatupalkintokriteeristön mukaisessa itsearvioinnissa keskeisimmiksi kehittämiskohteiksi nousi jo käynnissä olevien hankkeiden eli prosessien ja osaamisen kehittämisen loppuunsaattaminen. Itsearvioinnin tulokset olivat hieman parantuneet edellisestä kerrasta. Arvioinnin tuloksia käsiteltiin erikseen koko henkilökunnan kanssa ja mainittujen kahden hankkeen lisäksi koottiin ideoita osaston uusien toimintatapojen kehittämistä, tietämyksen hallinnasta ja sisäisestä palautekulttuurista. Ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonta -osaston itsearvioinnissa tuli esille joukko pienehköjä kehityskohteita, jotka käsiteltiin osastokokouksessa. Suurin osa yhteisesti sovituista toimenpiteistä toteutettiin vuoden 2004 aikana.

Dokumenttien hallinnan kehittäminen

STUKissa on ollut meneillä monivuotinen hanke STUKin asiakirjojen hallinnan kehittämiseksi. Vuonna 2003 valittiin toimittaja ja käyttöönotettava sovellusohjelmisto. Ohjelmiston pääosat ovat portaali, tiedonhaku-sovellus, dokumentinhallinta-sovellus, ryhmätyösovellus ja arkistointisovellus. Vuonna 2004 hanketta jatkettiin analysoimalla tarkemmin järjestelmän yksityiskohtaisen määrittelyn edellyttämät STUKin toiminnot ja niistä seuraavat toiminnalliset vaatimukset. Ohjelmiston testaukseen laadittiin kattavat suunnitelmat ja

monivaiheinen testaus suoritettiin.

Testauksen kuluessa todettujen lisämäärittely- ja lisäkehitystarpeiden vuoksi järjestelmän käyttöönottoa jouduttiin siirtämään vuoden 2005 puolelle.

Riskitietoisen valvonnan kehittäminen

FinPSA-ohjelman kehittäminen

Riskilaskentaohjelman FinPSA kehitystä jatkettiin ohjelman ominaisuuksien viimeistelyllä ja koekäytöllä. Olkiluoto 1:n ja 2:n riskimalli siirrettiin uuteen ohjelmaan. Tason 1 PSA-mallin hallintaan ja laskentaan liittyvät ominaisuudet ja numeeriset laskentarutiinit (katkosjoukot, katkosjoukkojen tärkeysmitat ja perustapahtumien tärkeysmitat) testattiin. Koekäyttövaiheen jälkeen FinPSA:n tason 1 ohjelma valmistui vuoden 2004 lopulla. Sveitsin viranomaisen HSK osti tason 1 ohjelman, ja ohjelma toimitettiin ostajalle vuoden 2004 lopulla. Ohjelmakehitystä jatketaan tason 2 riskianalyysin osalta tavoitteena valmistella kaupallinen integroitu tasojen 1 ja 2 PSA-ohjelma.

PSA-infojärjestelmä

STUKissa jatkettiin PSA-info-järjestelmän kehitystyötä (PSAIS, Probabilistic Safety Analysis Information System) riskitietoisen turvallisuusvalvonnan apuvälineeksi. Järjestelmä tarjoaa yleistä ja yksityiskohtaista tietoa riskianalyysien tuloksista, menetelmistä, johtopäätöksistä ja hyödyntämisestä ydinturvallisuusvalvonnassa. PSAIS-tietojärjestelmästä voidaan poimia yksinkertaiseen muotoon käsiteltyä riski-informaatiota ilman syvällistä riskianalyysin ymmärtämistä.

PSAIS:n ensimmäisessä vaiheessa kehitettiin Olkiluoto 1:n ja 2:n osalta tärkeät periaatteelliset asiakokonaisuudet, jotka ovat

- PSA:n tason 1 päätulokset
- järjestelmäanalyysit
- onnettomuuden eteneminen ja laitosvaste
- yleiset asiat (alkutapahtumat, onnistumiskriteerit eri alkutapahtumissa ym.)

Järjestelmän ohjelmointityö tehtiin vuoden 2004 aikana ja PSA-info-järjestelmän pilot-versio valmistui.

7.2 Uudistuminen ja työkyky

Edellisinä vuosina ydinvoimalaitosten valvonnassa aloitettu osaamisen kehittäminen jatkui. Keskeisimpinä teemoina olivat ydinvoimalaitosten järjestelmätuntemukseen ja laadun hallintaan liittyvän osaamisen parantaminen. Järjestelmätuntemuksesta järjestettiin kaksi koulutustilaisuutta. Niissä käsiteltiin sekä käynnissä olevia laitostyyppisiä että suunniteltua laitostyyppiä. Laadunhallinnassa kahdeksan tarkastajaa suoritti pääarvioijan pätevyyteen vaadittavan koulutuksen. Useat ydinturvallisuusvalvonnan tehtävissä aloittaneet henkilöt osallistuivat kansalliseen ydinalan koulutusohjelmaan. Osaamisen varmistamiseksi toteutettiin myös useita rekrytointejä. Uusia asiantuntijoita palkattiin reaktiivturvallisuuden, rakennustekniikan, sähkötekniikan, lujuustekniikan sekä painelaitteiden valmistustekniikan alueille. Yhtään vakituisessa virkasuhteessa ollutta, ydinvoimalaitosten valvontatehtävissä toiminutta henkilöä ei eronnut STUKin palveluksesta.

Ydinjätehuollon valvonnassa osaamisen kehittäminen liittyi paljolti toimiston toimialaan kuuluvien mallinnustyökalujen käyttöön. Alkuvuodesta Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT koulutti kolme henkilöä käytetyn polttoaineen loppusijoituksen lähialuemallin, Porflow'n, käyttöön ja lisäksi yksi henkilö perehtyi geologiseen mallintamiseen soveltuvan kahden eri ohjelmiston käyttöön. Työssä oppimisen mahdollisuuksia tarjoutui, kun yhdessä ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa arvioitiin Posivan suunnitelmia. Ydinjätehuollon valvonnassa merkittävin osaamisvaje on turvallisuusanalyysien alueella.

Ydinsulkuvalvonnassa uusia haasteita aiheutti lisäpöytäkirjan voimaantulo ja käytetyn polttoaineen loppusijoituksen safeguards-valvonnan kriteereiden asettaminen. Kumpaankaan näistä ei ole ulkopuolista koulutusta tarjolla, vaan oppiminen tapahtuu lähinnä uusiin asioihin perehtymällä yhdessä kansainvälisten kollegojen kanssa ja saatuja oppeja käytännössä toteuttamalla. Yhteydenpito kansainvälisiin organisaatioihin ja osallistuminen kansainvälisiin kokouksiin on ollut tärkeä oppimismuoto. Radioaktiivisten aineiden kuljetusten, ja viime vuosina myös ydinkoekiellon valvonta, on

ollut liiaksi yhden henkilön varassa, minkä vuoksi varahenkilöiden perehdyttäminen näihin asioihin aloitettiin.

7.3 Talous ja resurssit

Ydinturvallisuusvalvonnan tulosalueella tehtiin sekä laskutettavaa että ei-laskutettavaa perustoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostui pääosin ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuneet kustannukset perittiin valvottavilta. Ei-laskutettava perustoiminta koski kansainvälistä ja kotimaista yhteistyötä sekä valmiustoimintaa ja viestintää. Ei-laskutettava perustoiminta on julkisrahoitteista. Säännöstötyöstä ja tukitoiminnoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusvalvonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys, raportointi sekä osallistuminen ydinturvallisuustutkimustyöhön) aiheutuvat kustannukset vyörytettiin laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoiminnalle sekä palvelutoiminnalle näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa.

Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 2004 olivat 9,2 milj. euroa. Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 10,2 milj. euroa. Siten maksullisen toiminnan osuus oli 90 %.

Vuonna 2004 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 9,2 milj. euroa. Tuloista 1,7 milj. euroa kertyi Loviisan ja 6,7 milj. euroa Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Olkiluodon laitoksen valvonnasta kertyneet tulot sisältävät käynnissä olevien laitosyksiköiden lisäksi uuden ydinvoimalaitoshankkeen valvonnasta kertyneet tulot. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 0,8 milj. euroa. Kuvassa 13 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset vuosilta 2000–2004.

Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 9,7 henkilötyövuotta, joka on 10,2 % ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon käynnissä olevien laitosyksiköiden valvontaan käytettiin 8,8 henkilötyövuotta, joka on 9,3 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Olkiluoto 3:n valvontaan käytettiin 23,2 henkilötyövuotta eli

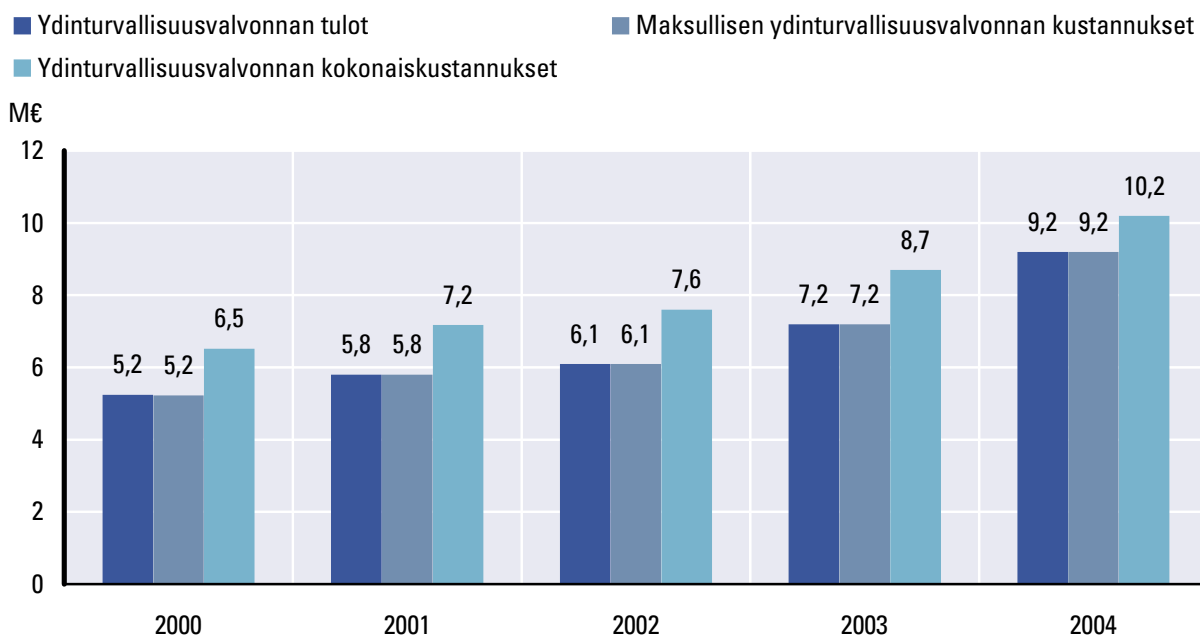
Taulukko III. Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työajan (htv) jakautuminen eri tehtäväalueille.

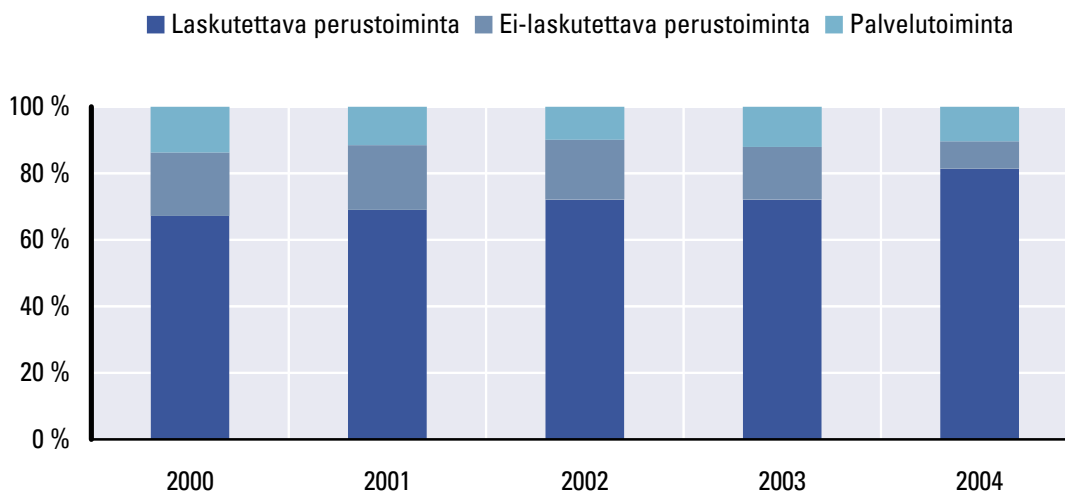
Tehtäväalue	2000	2001	2002	2003	2004
Laskutettava perustoiminta	26,4	26,3	27,6	29,2	44,7
Ei-laskutettava perustoiminta	7,5	7,4	6,9	6,4	5,1
Palvelutoiminta	5,4	4,4	3,8	4,9	5,1
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	25,5	28,5	27,1	28,2	22,7
Lomat ja poissaolot	15,0	16	16,2	15,9	16,9
Yhteensä	79,8	82,6	81,6	84,6	94,5

24,5 % kokonaistyöajasta. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 3,1 henkilötyövuotta. FiR 1 -tutkimusreaktorin valvontaan käytettiin 0,03 henkilötyövuotta ja ydinaineiden pienkäyttäjien valvontaan 0,01 henkilötyövuotta.

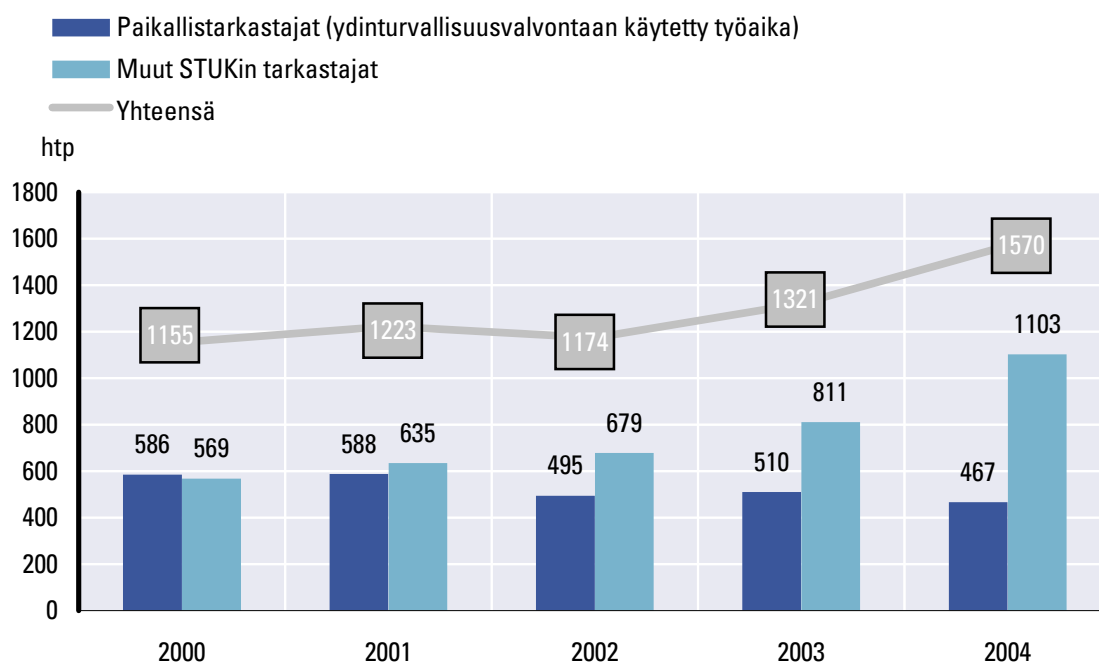
Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautuminen eri tulosalueille esitetään taulukossa III. Kuvassa 14 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen vuosina 2000–2004.

Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 1570. Luku sisältää ydinvoimalaitosten turvallisuuteen kohdistuneiden tarkastusten lisäksi ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskenteli kaksi paikallistarkastajaa ja Loviisan laitoksella yksi paikallistarkastaja. Tarkastuspäivien lukumäärät vuosilta 2000–2004 esitetään kuvassa 15.

**Kuva 13.** Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.



Kuva 14. Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.



Kuva 15. Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.

8 Valmiustoiminta

Tuulikki Sillanpää

STUKissa pidettiin useita koulutustilaisuuksia ja harjoituksia STUKin valmiustoiminnan kehittämiseksi ja testaamiseksi. Oman onnettomuusvalmiuden lisäksi STUK valvoo ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa. Tällaisia poikkeavia tilanteita ei vuonna 2004 ollut.

Ydinvoimalaitosten valmiustoimintaa on laitosten käytön aikana jatkuvasti kehitetty ja toimintaa testattu säännöllisesti valmiusharjoituksissa, jotka ovat osa laitosten valmiuskoulutusta. Voimayhtiöissä järjestettävä muu valmiuskoulutus sisältää sekä käytännön harjoituksia säteilymittauspartioille, onnettomuusnäytteenottoa ja näytteiden mittaamista, onnettomuustilanteen arviointia että valmiusohjeiden läpikäyntiä ja kehittämistä seminaareissa. STUK on hyväksynyt Loviisan ja Olkiluodon laitosten valmiussuunnitelmat ja tarkastaa vuosittain valmiusjärjestelyiden toteutusta mukaan lukien koulutuksen ja harjoitukset.

Vuonna 2004 järjestettiin kaksi Suomen ydinvoimalaitoksia koskevaa valmiusharjoitusta, joihin STUK osallistui. Molemmat harjoitukset olivat yhdistettyjä palo- ja valmiusharjoituksia. Niiden tavoitteena oli testata valmiusorganisaation ja palokunnan yhteistoimintaa sekä kehittää valmiusorganisaation toimintaa valmiustilanteessa, jossa varmistetaan laitoksen tekninen turvallisuus

mutta josta ei aiheudu vaaraa laitoksen henkilöstölle ja ympäristölle.

Loviisan voimalaitoksella harjoitus toteutettiin 10.11.2004 siten, että palokunta toimi reaaliaikaisesti harjoitustilanteen mukaisesti kuvitteellisella palopaikalla ja valmiusorganisaatio sille varatuissa tiloissa. Loviisan voimalaitoksella pidettiin myös toinen, erillinen paloharjoitus 12.5.2004.

Olkiluodossa 22.11.2004 pidetyn harjoituksen valmiusharjoitusta koskevan osuuden ajankohtaa ei ilmoitettu etukäteen harjoitukseen osallistuville tahoille. Tällä testattiin valmiusorganisaatioiden toiminnan käynnistämistä ja tilannekuvan hallintaa varsinaisen työajan ulkopuolella, jolloin suurin osa henkilöstöstä oli poistunut työpaikalta.

STUK osallistui vuoden 2004 aikana myös kansainvälisiin, ydinvoimalaitoksia koskeviin valmiusharjoituksiin. Ruotsissa järjestettiin syyskuussa Forsmarkin voimalaitosta koskeva pelastustoimintaharjoitus Havsörn, jossa STUKin lisäksi Suomesta oli mukana myös Ahvenanmaan lääni. STUK osallistui helmi- ja elokuussa Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n tiedonvaihtoharjoituksiin järjestön suojattujen verkkosivujen välityksellä. Harjoituksista jälkimmäinen koski kuvitteellista ydinvoimalaitosonnettomuutta. Lisäksi STUK osallistui Euroopan komission valmiustoiminnan tukemiseen (RESPEC).

9 Viestintä

Risto Isaksson

STUK teki vuonna 2004 kahdeksan lehdistötiedotetta ydinturvallisuusvalvonnan asioista. Kahdessa lehdistötiedotteessa kerrottiin tapahtumista ydinvoimalaitoksilla. Toinen tiedote koski reaktoripikasulusta johtunutta tuotantokatkosta Olkiluoto 1:llä (7.3.2004) ja toinen Loviisa 2:lla ollutta korjausseisokkia (19.10.2004). Yksi tiedotteista oli rutiininomainen Loviisan ydinvoimalaitoksen vuosihuollosta kertonut tiedote. Vuonna 2004 Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vuosihuollosta tyydyttiin kertomaan pelkästään STUKin verkkosivuilla ja Tekstiv:n säteilyturvasivuilla.

Ydinmateriaalivalvonnan asioista julkaistiin kaksi lehdistötiedotetta. Helmikuussa julkaistulla tiedotteella kerrottiin, että Suomen rajoilta ei vuonna 2003 löydetty yhtään säteilevää kuljetusta. Kesäkuussa tiedotettiin ydinenergia-asetuksen muutoksesta ja ydinmateriaalivalvonnan tehostumisesta.

Tiedotteet tehtiin myös STUKin toimistopäällikön nimittämisestä Ranskan ydinturvallisuus-

neuvoston jäseneksi, ensimmäisestä kansallisesta ydinturvallisuusalan ammatillisen osaamisen parantamiseen tähtäävästä ydinturvallisuuskurssista sekä STUKin ”Säteily- ja ydinturvallisuus” -kirjasarjan ”Ydinturvallisuus”-osan ilmestymisestä. 418-sivuinen kirja ilmestyi huhtikuussa.

Tiedotteet lähetettiin tiedotusvälineille ja yhteistyökumppaneille ja julkaistiin STUKin verkkosivuilla. Niistä tehtiin myös lyhenelmä YLEn Teksti-tv:n säteilyturvasivuilla. Ydinturvallisuuteen liittyneet asiat eivät yltäneet isoiksi uutisiksi tai merkittäviksi yhteiskunnalliseksi keskustelun aiheiksi. Suomen uusi ydinvoimalahankekin pysyi lähinnä lehtien taloussivuilla.

Lehdistötiedotteiden lisäksi Suomen ydinvoimalaitosten käyttöä ja käyttötapauksia selvitettiin neljännesvuosittaisissa Ydinturvallisuusraporteissa, jotka toimitettiin tiedotusvälineille ja sidosryhmille. Raportit julkaistiin myös STUKin verkkosivuilla.

10 Kansainvälinen yhteistyö

Juhani Hyvärinen, Kaisa Koskinen, Elina Martikka, Matti Ojanen, Hannu Ollikkala, Rainer Rantala, Esko Ruokola, Pekka Salminen, Seija Suksi, Arja Tanninen, Kirsti Tossavainen, Olli Vilkamo

IAEA-yhteistyö

IAEA jatkoi ydinturvallisuutta koskevan säännöstönsä (entinen ns. NUSS-ohjeisto) uusimista. Uusimistyö on loppusuoralla ja valmistunee lähivuosina. STUK valmisteli IAEA:lle Suomelta pyydettyjä lausuntoja ohjeluonnoksista. STUKista osallistuttiin myös ohjeluonnoksien valmistelutyöryhmien työhön. STUKin edustaja jatkoi NUSSC-komitean (nuclear safety) puheenjohtajana. STUKin edustajat toimivat myös WASSC- (waste safety) ja RASSC- (radiation safety) komiteoissa.

Ydinturvallisuutta koskeva yleissopimus edellyttää kolmen vuoden välein laadittavan selonteon esittämistä sopimuksen velvoitteiden täyttämistä. STUK vastasi Suomen maaraportin laadinnasta, joka toimitettiin sopimuksen sihteeristönä toimivalle IAEA:lle sovitun aikataulun mukaisesti syksyllä 2004. Aiemmin vastaavia selontekoja on laadittu vuosina 1999 ja 2002. Tämä viimeisin raportti tarkastetaan laajassa kansainvälisessä sopimusosapuolten kokouksessa Wienissä keväällä 2005.

STUK toimi Suomen yhteysorganisaationa seuraavissa IAEA:n ylläpitämissä ydinlaitoksia koskevilla tiedonvaihtojärjestelmissä:

- Ydinvoimalaitostapahtumien raportointijärjestelmä (IRS, Incident Reporting System)
- Tutkimusreaktoritapahtumien raportointijärjestelmä (IRSRR, Incident Reporting System for Research Reactors)
- Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusluokitus (INES, International Nuclear Event Scale)
- Sähköä tuottavien reaktorilaitosten informaatijärjestelmä (PRIS, Power Reactor Information System)
- Polttoainekiertoa koskeva tietokanta (NFCIS, Nuclear Fuel Cycle Information System)

- Jätetietokanta (NEWMDB, Net enabled Waste Management Database)
- Saastuneiden alueiden tietokanta (DRCS, Directory for Radioactively Contaminated Sites)
- Radioaktiivisten aineiden laitonta kauppaa koskeva tietokanta (ITDB, Illicit Trafficking Database)
- Radioaktiivisten aineiden kuljetustapahtumia koskeva tietokanta (EVTRAM, Events that have arisen during the Transport of Radioactive Material).

STUKin pääjohtaja toimi kansainvälisen ydinturvallisuusryhmän INSAG varapuheenjohtajana. Ryhmä neuvoo ja avustaa IAEA:n pääjohtajaa ydinturvallisuuskysymyksissä ja antaa IAEA:n jäsenmaita koskevia suosituksia ydinturvallisuuden kehittämiseksi.

STUKin pääjohtaja osallistui IAEA:n pääjohtajan kutsuman ryhmän ”Expert group on multilateral approaches to the nuclear fuel cycle” toimintaan. Ryhmän tehtävä oli arvioida mahdollisuuksia perustaa monikansallisia ydinmateriaalia käsitteleviä laitoksia ja vähentää näin tarpeita kansallisten laitosten rakentamiseen. Monikansallisten laitosten tarkoitus olisi rajoittaa ydinaseiden leviämiskä.

Vuonna 1988 käynnistetty IAEA:n ydinsulkuvalvonnan tukiohjelma jatkui vuonna 2004. Ohjelmaa rahoittaa ulkoasiainministeriö ja sen koordinoinnista ja hankkeiden toteuttamisesta vastaa STUK. Ohjelman tavoitteena on IAEA:n valvontamenetelmien kehittäminen, tarkastajien koulutus ja asiantuntija-apu. Vuonna 2004 tärkein hanke oli valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan toimeenpanoon liittyvän koulutuksen suunnittelu IAEA:n tarkastajille ja ensimmäisen kurssin to-

teuttaminen Suomessa.

STUKin edustaja osallistui IAEA:n asiantuntijana ydinturvallisuusviranomaisten käyttöön tar koitetun ydinlaitosturvallisuutta kuvaavan tunnuslukujärjestelmän kehittämiseen. Työ aloitettiin vuonna 2003 ja se jatkuu edelleen vuonna 2005.

OECD/NEA-yhteistyö

STUK oli edustettuna kaikissa säteily- ja ydinturvallisuutta käsittelevissä OECD:n pääkomiteoissa. Pääkomiteoiden toimialat ovat

- turvallisuustutkimus (CSNI, Committee on the Safety of Nuclear Installations),
- ydinturvallisuusvalvonta (CNRA, Committee on Nuclear Regulatory Activities),
- säteilyturvallisuus (CRPPH, Committee on Radiation Protection and Public Health) ja
- ydinjätehuolto (RWMC, Radioactive Waste Management Committee).

STUKin pääjohtaja toimi CNRA-komitean puheenjohtajana.

STUK osallistui myös CNRA:n ja CSNI:n työryhmien toimintaan. CNRA-ryhmien toimialat olivat

- viranomaisten tarkastuskäytännöt (WGIP, Working Group on Inspection Practices)
- ydinturvallisuusvalvonnan tunnusluvut (CNRA/TGRE, Task Group on Regulatory Effectiveness Indicators) ja ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut (Joint CNRA/CNSI/TGSPI, Task Group on Safety Performance Indicators)
- päätöksentekoprosessi viranomaisorganisaatiossa (CNRA/Task Group on Regulatory Decision Making)
- tiedotustoiminta (WGPC, Working Group on Public Communication of Nuclear Regulatory Organisations).

CSNI:n työryhmien toimialat olivat

- ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGOE, Working Group on Operating Experience)
- ydinvoimalaitosten laitteiden ja rakenteiden eheys (IAGE, Working Group on Integrity of Components and Structures)
- ydinvoimalaitosonnettomuuksien analysointi ja hallinta (GAMA, Working Group on Accident and Analysis)
- ydinvoimalaitosten riskien arviointi (WGRISK, Working Group on Risk Assessment)

- inhimilliset ja organisatoriset tekijät (SEGHOE, Special Expert Group on Human and Organisational Factors)
- ydinpolttoaineen turvallisuusmarginaalit (SEGFSM, Special Expert Group on Fuel Safety Margins).

Lisäksi STUK osallistui RWMC:n turvallisuusperustelutyöryhmän (IGSC, Integration Group for the Safety Case) toimintaan.

EU-yhteistyö

STUK osallistui EU:n viranomaiskomitean NRWG:n perustaman työryhmän toimintaan. Työryhmässä selvitettiin viranomaistoiminnan näkökulmasta riskitietoisien putkistojen tarkastusmenetelmän (Risk Informed in-Service Inspection, RI-ISI) soveltuvuutta ydinvoimalaitoksen putkistojen tarkastusohjelman laatimiseen. Työryhmä teki yhteistyötä myös voimayhtiöiden ENIQ-työryhmän, OECD:n ja IAEA:n vastaavien työryhmien sekä menetelmiä kehittäneiden organisaatioiden (Westinghouse ja EPRI) sekä voimayhtiöiden kanssa. Työryhmän laatimassa luonnosraportissa selvitettiin erilaisia RI-ISI-menetelmiä, eurooppalaisia ja amerikkalaisia sovellutuksia, perinteisten menettelyjen ja RI-ISI menettelyjen eroja ja yhtäläisyyksiä ja arvioitiin RI-ISI-menettelyn etuja ja haittoja viranomaisen näkökulmasta. Vuoden 2004 aikana luonnosraportti täydennettiin loppuraportiksi, joka on tarkoitettu julkaista myös EUR-raporttina.

STUK osallistui myös NRWG:n turvallisuuskriittistä ohjelmistoa käsittelevän ryhmän toimintaan. Työryhmä on saanut tehtäväkseen koota EU-viranomaisten yhteiset näkemykset turvallisuuskriittisten ohjelmistojen vaatimuksista.

STUK osallistui Euroopan komission säteily-suojelun säännöstötyössä neuvoa-antavan A31-asiantuntijaryhmän työhön.

Ydinmateriaalien valvonnan alueella STUK osallistui European Safeguards R&D Associationin (ESARDA) toimintaan. ESARDA:n tehtävänä on edistää ja harmonisoida ydinmateriaalien valvonnan eurooppalaista tutkimus- ja kehitystyötä. ESARDA tarjoaa foorumin tietojen ja ajatustenvaihtoon viranomaisille, tutkijoille ja ydinlaitosten käyttäjille.

STUK osallistui Euroopan Unionin suuntaamaan Itä-Euroopan kansallisia viranomaisorganisaatioita ja niiden tukioorganisaatioita tukevaan

Phare- ja Tacis-yhteistyöhön EU:n Regulatory Assistance Management Groupin (RAMG) toiminnan kautta. Ryhmä arvioi EU:n valmistelemien viranomaistoimintaa tukevien projektien asianmukaisuutta. STUK osallistui myös käynnissä olleisiin Phare- ja Tacis-projekteihin. Lisäksi STUK osallistui EU:ta tukevan CONCERT-viranomaistyöryhmän toimintaan, johon kuuluvat EU-maiden ja hakijamaiden ydinturvallisuusviranomaispäälliköt.

NKS-yhteistyö

Pohjoismaisen ydinturvallisuusyhteistyön NKS:n nelivuotinen tutkimusohjelmakausi käynnistyi vuonna 2002. Ohjelman työtä johtaa kaksi ohjelmapäällikköä. STUKin asiantuntijat osallistuivat reaktoriturvallisuuden osahankkeisiin sekä valmius- ja ympäristöalueen ohjelman työhön. STUKista on edustus NKS:n johtoryhmässä.

Reaktoriturvallisuutta koskevat hankkeet liittyvät Suomen kansalliseen tutkimusohjelmaan ja tutkimustarpeisiin. Valmius- ja ympäristöalueen ohjelman työssä on myös Suomelle tärkeitä painotuksia kuten valmiustilanteiden tiedonhallinnan ja yhteydenpitojärjestelmän kehittäminen.

Ohjelman sisältö palvelee kokonaisuudessaan hyvin pohjoismaisten viranomaisten yhteistyötä, mikä on NKS-työn pysyvä tavoite.

Kahdenvälinen yhteistyö eri maiden kanssa

STUKin edustaja osallistui Ruotsin SKI:n tukena toimivan ydinturvallisuusneuvottelukunnan työhön pysyvänä jäsenenä. SKI:n edustaja oli puolestaan kutsuttuna asiantuntijana STUKin yhteydessä toimivassa ydinturvallisuusneuvottelukunnassa. SKI:n kanssa yhteistyötä jatkettiin säännöllisin tapaamisoin, joissa keskusteltiin ajankohtaisista ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan ja ydinjätehuollon kysymyksistä. Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSI:n kanssa jatkettiin tiedonvaihtoa säteilyannoksista, jotka suomalaiset olivat saaneet työskennellessään Ruotsin ydinvoimalaitoksilla ja ruotsalaiset Suomen ydinvoimalaitoksilla. STUKin edustajat osallistuivat myös SKI:n järjestämään kansainväliseen seminaariin, jossa käsiteltiin viranomaistoiminnan strategioita.

STUKin pääjohtaja toimi Belgian viranomaisvalvontaa tekevän organisaation tukena toimivan neuvottelukunnan puheenjohtajana sekä osallistui

Liettuan ydinturvallisuusviranomaista tukevan, vastaavan neuvottelukunnan toimintaan pysyvänä jäsenenä.

Yhteistyö USA:n turvallisuusviranomaisen (USNRC) kanssa keskittyi tietojen vaihtoon kumppaakin osapuolta kiinnostavista ydinturvallisuusasioista. Yhteistyössä USNRC:n ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) kanssa jatkettiin polttoaineen häiriö- ja onnettomuustilanteita analysoivan FRAPTRAN/GENFLO-ohjelman kehitystyötä. Lisäksi STUK osallistui LOCA- eli jäähdytteenmenetysonnettomuustesteihin, joita USNRC teetti ANL:ssä (Argonne National Laboratory). USAn viranomaisen kanssa käytiin myös keskusteluja uusien ydinvoimalaitosten lisensoinnista ja kokemuksista niiden rakentamisessa.

Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen (Autorité de Sûreté Nucléaire, ASN) pääjohtaja kutsui STUKin edustajan jäseneksi Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen pysyvänä neuvonantajana toimivaan Groupe Permanent des Reacteurs -ryhmään (GPR). GPR:n varsin lukuisista kokouksista STUKin edustaja osallistui sellaisiin, joissa käsiteltiin EPR-laitosta koskevia suunnitelmia, nykylaitosten käyttökokemuksia ja valittuja nykyisille laitoksille suunniteltuja turvallisuusparannuksia.

Ranskan viranomaisen DGSNR:n kanssa käytiin keskusteluja uusien ydinvoimalaitosten lisensoinnista ja siihen liittyvistä erityiskysymyksistä.

Argentiinan viranomaisen ARN:n asiantuntija työskenteli STUKissa kolme kuukautta. Vierailun aiheena oli uuden ydinvoimalaitoksen suunnittelun ja rakentamisen valvonta sekä reaktoripainesäiliön haurastuminen, joista Argentiina hankkii kokemuksia tuleviin tarpeisiinsa.

STUKin ja Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen Federal Service for Ecological, Technological and Atomic Supervisionin (ent. Gosatomnadzor GAN) välinen yhteistyö ydinmateriaalien ja ydinjätteen valvonnan alalla jatkui vuonna 1998 allekirjoitetun yhteistyöjärjestelyn perusteella. Kohteena oli erityisesti viranomaisohjeiden kehittäminen.

Australian viranomaisen (ASNO, Australian Safeguards and Non-proliferation Office) kanssa jatkettiin yhteistyötä ydinmateriaalivalvonnan alalla. STUK toimitti ASNO:lle sovitun käytännön mukaisesti tietoja Suomeen tuoduista, australia-laista alkuperää olevista ydinaineista.

Muu yhteistyö

STUK osallistui EU-maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimen WENRAn (Western European Nuclear Regulators' Association) toimintaan. Vuonna 2000 perustettiin ns. harmonisointityöryhmä kehittämään menetelmää yhte näisten ydinturvallisuusvaatimusten laatimiseksi. Työryhmän loppuraportin suositusten mukaisesti aloitettiin vuoden 2003 alussa laaja ydinturvallisuusvaatimusten ja ydinjätehuollon kehitysprojekti. Projektissa kehitetään ydinturvallisuusvaatimukset 17 turvallisuusalueelle ja kahdelle ydinjätehuollon alueelle selvitetään niiden toteutumistilanne 15 työhön osallistuvassa maassa. STUK osallistui edelleen aktiivisesti harmonisointiprojektiin. Vuonna 2004 jatkettiin työkokouksia, joissa sekä viimeisteltiin näitä ns. eurooppalaisia referenssivaatimuksia että tarkastettiin jäsenmaiden itsearviointeja, joissa arvioitiin kansallisten säännösten kattavuus vertailutasoon nähden ja vaatimusten toteutuminen käytännössä.

VVER Regulators Forum on VVER-laitoksia käyttävien maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelin. Vuonna 2002 perustetussa riskityö-

ryhmässä tavoitteena on verrata VVER-laitosten todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien (PSA, Probabilistic Safety Analysis) tuloksia toisiinsa ja analysoida syitä mahdollisiin eroavaisuuksiin. Vuonna 2004 kukin osallistujamaa laati yhteenvetoraportin omien VVER-laitostensa PSA:ssa käsitellyistä pienen putkivuodon ja ulkoisen verkon menetyksen analysoinnista. Lisäksi osallistujat laativat raportin VVER-laitosten riskiperustaisesta valvonta- ja turvallisuuden hallintamenetelyistä. Vuonna 2004 aloitti toimintansa VVER-työryhmä, jossa selvitetään ydinvoimalaitosten käyttökokemuksista saatujen opetusten hyödyntämismenettelyjä.

STUK osallistui pienten ydinvoimavaltioiden yhteistyöelimen NERS (Network of Regulators of Small Nuclear Programs) työhön.

STUK järjesti pohjoismaisen ydinmateriaalivalvontaa käsittelevän seminaarin Helsingissä lokakuussa. Siihen osallistui yhteensä noin 50 henkilöä Ruotsista, Norjasta ja Suomesta sekä kutsuttuina vieraina edustajia IAEA:sta, Unkarista ja Liettuasta.

11 Ydinturvallisuusneuvottelukunta

Pekka Salminen

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan tehtävänä on ydinenergialain (990/1987) 56 §:n mukaisesti ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtioneuvosto ja se toimii STUKin yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Neuvottelukunta asetettiin 10.9.2003 ja sen toimikausi päättyi 9.9.2006.

Neuvottelukunnan puheenjohtajana toimi professori Pentti Lautala (TTKK) ja varapuheenjohtajana tutkimuspäällikkö Rauno Rintamaa (VTT). Vuoden 2004 aikana jäseninä toimivat professori Riitta Kyrki-Rajamäki (VTT), johtaja Ulla Koivusaari (PIK), johtaja Timo Okkonen (TUKES), erikoistutkija Ilona Lindholm (VTT), toimialapäällikkö Paavo Vuorela (GTK) ja tutkimusprofessori Runar Blomqvist (GTK). Pysyvänä asiantuntijana toimi STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen. Erikseen kutsuttuina asiantuntijoina toimivat TkT Antti Vuorinen ja Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen SKI:n johtaja Christer Viktorsson.

Vuoden aikana neuvottelukunnasta jäi pois toimialapäällikkö Paavo Vuorela. Uudeksi neuvottelukunnan jäseneksi valtioneuvosto nimesi tutkimusprofessori Runar Blomqvistin (GTK).

Neuvottelukunta kokoontui vuoden aikana 9 kertaa. Kokouksissa mm. valmisteltiin lausunnot STUKille Loviisa 1:n reaktoripainesäiliön käytön jatkamisesta, Olkiluoto 3:n rakentamislupahakemuksesta, ydinturvallisuussopimuksen edellyttämästä Suomen kansallisesta raportista sekä kuudesta uusittavasta YVL-ohjeesta. Neuvottelukunta seurasi myös säännöllisesti ydinlaitosten käyttötapahtumia ja järjesti vuotuisen ydinenergiaseminaarin yhdessä ydinenergianeuvottelukunnan kanssa.

Neuvottelukunta on perustanut valmistelevaa työtä varten kolme jaostoa, jotka ovat reaktoriturvallisuusjaosto, ydinjätejaosto sekä valmius- ja ydinmateriaalijaosto. Jaostoihin on kutsuttu neuvottelukunnan varsinaisten jäsenten lisäksi oman alansa arvostettuja asiantuntijoita. Jaostot pitivät vuoden aikana yhteensä 18 kokousta.

LIITE 1 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut vuodelta 2004

Seija Suksi

YHTEENVETO TUNNUSLUKUJEN TULOKSISTA	60
Taustaa tunnusluvuille	60
Vuoden 2003 tunnuslukutulosten perusteella päätetyt toimenpiteet	61
Vuoden 2004 tunnuslukujen tulokset	61
Turvallisuus- ja laatukulttuuri	61
Käyttötapahtumat	63
Rakenteellinen eheys	64
Johtopäätökset vuoden 2004 tunnuslukujen tuloksista	65
JOHDANTO TUNNUSLUKUJEN MÄÄRITTÄMISELLE	69
TUNNUSLUVUT	72
A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri	72
A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen	72
A.I.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta	82
A.I.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys	83
A.I.4 Säteilyaltistus	85
A.I.5 Päästöt	88
A.I.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä	91
A.I.7 Laitoksen parantaminen	92
A.II Käyttötapahtumat	93
A.II.1 Tapahtumien määrä	93
A.II.2 Tapahtumien merkitys	95
A.II.3 Tapahtumien välittömät syyt	97
A.II.4 Palohälytysten määrä	98
A.III Rakenteellinen eheys	100
A.III.1 Polttoaineen tiiviys	100
A.III.2 Primääripiirin tiiviys	103
A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys	108

Yhteenveto tunnuslukujen tuloksista

Taustaa tunnusluville

STUKin tunnuslukujärjestelmän tarkoituksena on täydentää tarkastuksia ja turvallisuusarvioinnein tehtävää ydinvoimalaitosten turvallisuuden kokonaisarviointia. Tunnuslukujen avulla voidaan osoittaa seurattavien turvallisuustekijöiden säilyminen halutulla tasolla tai saada viitteitä niiden mahdollisista muutoksista lyhyellä ja pidemmällä aikavälillä. Tunnuslukujen heikentyessä selvitetään, onko laitosten toimintaa ja STUKin valvontaa kyseisellä alueella syytä tehostaa. Myös käynnistettyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta voidaan seurata tunnuslukujen välityksellä. STUKin tunnusluville ei ole erikseen määritetty toimenpiteitä tai kynnysrajoja, vaan tavoitteena on tunnistaa turvallisuuteen vaikuttavien toimintojen kehityssuunnat mahdollisimman varhaisessa vaiheessa niin ydinvoimalaitoksen kuin myös STUKin toiminnassa. Lainsäädännössä, YVL-ohjeissa ja laitosten turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetettuja raja-arvoja sekä ydinvoimalaitosten valvontaosaston (YTO) omiin tulostavoitteisiin sisällytetyjä tavoitearvoja sovelletaan siellä, missä ne ovat käytettävissä.

Tunnuslukujärjestelmä jakautuu kahteen pääryhmään: ydinlaitosten turvallisuutta kuvaaviin ulkoisiin tunnuslukuihin ja viranomaistoimintaa kuvaaviin sisäisiin tunnuslukuihin. Ulkoiset tunnusluvut jakautuvat kolmeen pääalueeseen; turvallisuus- ja laatukulttuuri, käyttötapahtumat sekä rakenteellinen eheys. Näillä kolmella pääalueella on yhteensä 14 tunnuslukualuetta, joilla yksittäisiä tunnuslukuja on 51 kappaletta.

Ydinvoimalaitosten valvontaosaston (YTO) laatuksikirjan ohjeessa YTV 1.4 ”YTON tunnuslukujen laskenta, arviointi ja hyödyntäminen” määritellään vastuut ja menettelyt YTON tunnuslukujen laskemiseksi, tunnuslukujen arvojen muutosten arvioimiseksi, raportoimiseksi ja hyödyntämiseksi.

Ohjeen liitteessä 1 kuvataan YTON ulkoiset tunnusluvut (ydinlaitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut), niiden määritelmät ja tietojen hankinta sekä kunkin tunnusluvun laskennasta vastuussa oleva henkilö (tunnusluvun vastuuhenkilö) sekä tunnuslukujärjestelmän ylläpitäjä. Tunnuslukujen määritelmät, graafit ja tulosten tulkinta on sisällytetty STUKin intranettiin YTON sivuille.

STUKin tunnusluvut kytkettiin mukaan vuoden 2003 alusta uudistettuun strategiaan. STUKin toiminnan vaikuttavuustunnusluvuista YTOa koskevat: työntekijöiden säteilyannokset, ydinlaitosten radioaktiiviset päästöt ja niistä aiheutuva väestön säteilyaltistus, turvallisuutta vaarantavat tapahtumat ydinlaitoksilla, ydinlaitosten onnettomuusriskiin vaikuttavien laitteiden kunto, YVL-ohjeiden ajantasaisuus, asiakastyytyväisyys sekä moitteiden määrä. Kolme viimeksimainittua tunnuslukua kuvaavat YTON omaa toimintaa, ja ne on sisällytetty viranomaistoimintaa kuvaavaan tunnuslukualueeseen. STUK-tason strategiaan sisällytetyille laitosturvallisuutta kuvaavilla tunnusluvuilla on säännöksiin tai YTON itse asettamiin tulostavoitteisiin sisällytetyt kvantitatiiviset raja-arvot.

Kaikki ydinlaitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut on sisällytetty YTON strategian vaikuttavuusosiin. Niiden arvot päivitetään neljännesvuosittain ja poikkeamat sekä niiden syyt selvitetään välittömästi. Vuosittain tehtävässä yhteenvedossa arvioidaan yksittäisten tunnuslukujen ja tunnuslukualueiden kehityssuuntia. Yhteenvetoa hyödynnetään yhdessä muiden arvioiden ja tarkastushavaintojen kanssa STUKin suorittamassa ydinlaitosturvallisuuden kokonaisarviossa. Tunnusluvuista toimitettava vuosiyhteenveto liitetään osaksi kauppa- ja teollisuusministeriölle toimitettavaa ydinenergian käytön turvallisuusvalvonnan vuosiraporttia.

Vuoden 2003 tunnuslukutulosten perusteella päätetyt toimenpiteet

Vuoden 2003 ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukutulokset on esitetty ydinenergian käytön turvallisuusvalvonnan vuosiraportin 2003 (STUK-B-YTO 230) liitteessä 1. Raportissa esitetyt johdopäätökset tunnuslukujen tuloksista perustelut läpikäytiin yhteenvedon valmistuttua tunnuslukuvastaavien sekä YTON ja STUKin johdon kanssa yhteisessä palaverissa alkuvuodesta 2004. Tunnuslukutulokset esiteltiin koko YTO:lle yleisessä osastokokouksessa. Tilaisuuksissa pohdittiin heikkenevää kehityssuuntaa osoittavien tunnuslukujen tuloksiin vaikuttaneita tekijöitä, niiden taustalla olleita syitä sekä toimenpiteitä, joilla suuntaus saataisiin katkaistua.

Loviisan voimalaitoksen kunnossapitotoiminnan heikkenevää suuntausta oli syytä arvioida tarkemmin. Kunnossapitotoimintaa kuvaavien tunnuslukujen kehittymistä vuonna 2004 päätettiin arvioida tarkemmin tunnuslukujen neljännesvuosittaisen päivityksen yhteydessä. Osaston johto päätti lisäksi käytön tarkastusohjelman (KTO) painopisteen suuntaamisesta Loviisan voimalaitoksen kunnossapitotoimintaan ja ikääntymisen hallintaan. Myös Loviisan voimalaitoksen ydintekninen turvallisuuskomitea (LYTT) kiinnitti huomiota vikojen ja korjausaikojen kasvavaan suuntaukseen ja pyysi laitokselta asiasta selvitystä.

Olkiluodon voimalaitoksen turvallisuus- ja laatu-kulttuuria heikentymisen erityisesti käyttötoiminnassa ei katsottu enää tunnuslukujen perusteella antavan aihetta lisätoimenpiteisiin tai resurssien suuntaamiseen, sillä Teollisuuden Voima Oy (TVO) oli ryhtynyt tarvittaviin kehitystoimiin INES 1-luokan tapahtumien vuoksi käynnistettyjen keskustelujen pohjalta. KTO-ohjelmaa suunniteltaessa oli jo alkuvuodesta päätetty käyttötoimintaan kohdistuvan B-tason tarkastuksen sisällyttämisestä Olkiluodon laitoksen vuoden 2004 KTO-ohjelmaan. Niin ikään vuoden 2004 ohjelmassa olevan A-tarkastuksen yhteydessä oli syytä arvioida TVO:n esittämiä kehitystoimia ja niiden toteutumista. Käyttötoiminnan valvonnasta vastaava toimisto (TUR) päätti tehostaa Olkiluodon käyttötapauksien seuranta ja arviointia. KTO-ohjelman rakenne ja vuoden 2004 tarkastukset esitetään liitteessä 4.

STUK arvioi Loviisan voimalaitoksella vuonna 2003 ilmennyttä lisääntyntä tarvetta poiketa

suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. STUKin myöntämien TTKE-poikkeuslupien kasvun suurimpana syynä oli Loviisan voimalaitoksella kiinteiden säteilymittausten uusimishanke (MONU-projekti). Olkiluodon laitosten poikkeuslupien määrä oli pysynyt edellisten vuosien tasolla. TTKE:n uudelleenarviointiin poikkeusluvut eivät antaneet aihetta kummallakaan laitoksella. STUKin kannalta poikkeuslupahakemusten lisääntynyt lukumäärä merkitsee niiden käsittelyyn ja arviointiin käytettävän työmäärään kasvua.

Vuoden 2004 tunnuslukujen tulokset

Turvallisuus- ja laatu-kulttuuri

Loviisan voimalaitoksen kunnossapitotoiminnan edellisen vuoden heikkenevässä suuntauksessa tapahtui vuoden 2004 tunnuslukujen mukaan hidastumista. Kunnossapitotoimintaa arvioitiin laitossyksikkökohtaisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden eli TTKE-laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden lukumäärien, ennakko- ja vikakorjaustöiden suhteen, sekä tehokäytön aikaisten käyttörajoitustöiden lukumäärien, vikakorjauksiin käytetyn keskimääräisen ajan ja vioista aiheutuneiden tuotannonmenetysten perusteella. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä, johon kuuluvat sekä vikakorjaukset että ennakko- ja vikakorjaukset, on Loviisassa ollut kolmena perättäisenä vuonna kasvussa. Vuonna 2004 vikakorjauksien lukumäärä hieman laski. Ennakko- ja vikakorjausten määrä on vuositasolla pysynyt tasaisena. Tehokäytön aikaisten vikakorjausten määrä on viime vuosina ollut lievässä kasvussa, erityisesti Loviisa 2:lla. Merkittävät määrät vioista ovat kuitenkin olleet sellaisissa varalla olevissa järjestelmissä, joilla ei ole suoranaista vaikutusta laitossyksiköiden käyttöön tai ydinturvallisuuteen. Tämä osaltaan myös vaikutti TTKE-laitteiden keskimääräiseen korjausaikaan, mikä etenkin Loviisa 2:lla oli korkea vuosina 2003 ja 2004.

Olkiluodon laitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä on kahtena viime vuonna ollut laskussa, mihin vaikuttaa usean vuoden ajan jatkunut ennakko- ja vikakorjausten kokonaismäärän laskeva suuntaus. Ennakko- ja vikakorjauksien kesken on määräy-

tynyt vuosihuoltoseisokkien pituuksien mukaan. Vastaavana seuranta-aikana vikakorjausten määrä on ollut lineaarisesti kasvussa. Myös tehokäytön aikaisten vikojen määrä osoitti kasvavaa kehityssuuntaa jo toisena perättäisenä vuonna. Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneita TTKE-laitteiden vikoja oli vuonna 2004 Olkiluoto 1:llä poikkeuksellisen paljon. Keskimääräiset korjausajat Olkiluodossa pysyivät alhaisina.

Vuonna 2004 vioista johtuvat tuotannonmenetykset sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla pysyivät pieninä. Loviisa 1:n vähäinen tuotannonmenetys aiheutui pääosin reaktorin suojausjärjestelmän vikojen aiheuttamista tehonalennuksista ja lopulta pikasulusta toisella vuosineljänneksellä. Loviisa 2:n pieni tuotannonmenetys viimeisellä vuosineljänneksellä aiheutui sekundaariipiirin syöttövesilinjan takaiskuventtiilin korjauksesta. Olkiluodon laitosyksiköillä vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset olivat korkeammat kuin viime vuosina keskimäärin. Merkittävimmät tuotannonmenetykset aiheutuivat Olkiluoto 2:n generaattorin jäähdytysjärjestelmän korjauksesta, mitä varten laitosyksikkö ajettiin kuumaseisokkiin kolmannella vuosineljänneksellä sekä pääkiertopumpun eristevastuksen heikkenemisestä, minkä johdosta laitosta käytettiin viidellä pumpulla ja tehoa rajoitettiin reilun kuukauden ajan vuosihoitoseisokkiin asti. Olkiluoto 1:n merkittävimpään tuotannonmenetykseen ensimmäisellä vuosineljänneksellä vaikutti ulospuhallusjärjestelmän säätöventtiilin asennonosoittimen viat ja vaihto kuumaseisokissa sekä sen jälkeisessä ylösajossa tapahtunut päähöyrylinjan eristysventtiilin sulkeutumisen aiheuttama reaktoripikasulku. Laitos ajettiin kylmään seisokkiin venttiilin korjaamiseksi.

Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta seurattiin luvanhaltijoiden toimittamien kansainvälisten indeksien avulla. Loviisan voimalaitoksella seurattiin korkeapaineista hätäisävesijärjestelmää, hätäsyöttövesijärjestelmää sekä varavomadieselgeneraattoreita ja Olkiluodossa suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää, apusyöttövesijärjestelmää sekä dieselgeneraattoreita. Loviisan voimalaitoksen dieseleiden käyttökunnottomuutta kuvaava indeksi osoitti vuoden 2003 tunnuslukujen perusteella heikkenevää suuntausta kolmantena perättäisenä vuonna. Vuoden 2004 alkupuoliskolla Loviisan voimalaitoksen varavomadieseleiden käyttökunnottomuutta kuvaava in-

deksi osoitti epäkäytettävyytensä olevan edelleen nousussa. STUK selvitti käyttökunnottomuuteen vaikuttaneita tekijöitä sekä pyysi Loviisan voimalaitosta selvittämään kansainvälisen epäkäytettävyyssindeksin oikeellisuutta. Laskennassa havaittujen virheiden korjauksen jälkeen Loviisan varavomadieseleiden käyttökunnottomuutta kuvaava tunnusluvun arvo laski vuoden 2004 osalta vuotta 2001 edeltävälle tasolle.

Olkiluodon laitoksen varavomadieseleiden käyttökunnottomuutta kuvaava tunnusluku oli vuonna 2004 kertaluokkaa korkeampi kuin vuoden 2003 hyvin pieni arvo. Epäkäytettävyyden kasvuun vaikutti mm. varavomadieseleiden määraikaiskokeissa eri syistä tapahtuneet dieseleiden pysähtymiset. Olkiluoto 2:n suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys osoitti myös kasvua vuodesta 2003 johtuen järjestelmän pumppujen tärinäongelmista. Apusyöttövesijärjestelmän käyttökunnottomuusindeksi laski vuoden 2003 arvoista kummallakin laitosyksiköllä normaalille matalalle tasolle.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisia laitosilanteita oli vuonna 2004 Loviisan voimalaitoksella kaksi ja Olkiluodon voimalaitoksilla ainoastaan yksi, joten Olkiluodon kolmena aikaisempaan vuotena jatkuneessa heikkenevässä kehityssuunnassa tapahtui muutos parempaan. Loviisa 2:lla todettiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen tilanne, kun turbiinien lauhduttimien pääejektorien ulospuhalluslinjojen aktiivisuusmittaukset olivat toimintakunnottomia edellisenä kesänä toteutetun mittausten uusinnan suunnitteluvirheen johdosta. Toinen turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen tilanne oli Loviisa 2:n vuosihoillon aikana kylmaseisokissa tapahtunut lyhytaikainen häiriö reaktorin jälkilämmönpoistossa. Olkiluodon turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen tilanne koski reaktorin suojausjärjestelmän lauhteen johtokykyä valvovan osaehdon ohittamista, joka tehtiin varoventtiilin ennakkohuoltotarkastuksen turvatoimena Olkiluodon laitoksen molemmilla yksiköillä. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattaminen/noudattamatta jättäminen kertoo laitosten käyttöorganisaatioiden kyvystä noudattaa sääntöjä ja omia ohjeitaan sekä laitosten turvallisuusasenteesta. Loviisan poikkeamat johtuivat laitoksen ulkopuolisilla yrityksillä teetettyjen töiden valvonnan puutteista.

Loviisan voimalaitoksen tarve poiketa suun-

nitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista laski vuonna 2004 edellisvuoden korkeahkosta määrästä tasolle, mikä vastaa pitkän ajan keskiarvoa. Loviisan laitokselle myönnetyt yhdeksän poikkeuslupaa kohdistuivat pääosin muutos- ja parannustoista aiheutuneeseen tarpeeseen poiketa turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Olkiluodon laitokselle myönnettyjä poikkeuslupia oli myös yhdeksän, mikä on hieman korkeampi kuin edellisenä vuonna. Uuden laitousyksikön rakentamiseen näistä liittyi viisi poikkeuslupaa. Myönnetyt poikkeusluvut eivät antaneet aiheutta turvallisuusteknisten käyttöehtojen uudelleenarviointiin.

Laitosdokumentaation ajantasaisuutta kuvaavalla tunnusluvulla esitetään Loviisan ja Olkiluodon vuosihuolloissa 2004 toteutettujen turvallisuuden kannalta merkittäviin tai laajoihin muutostöihin liittyvät asiakirjamuutokset, jotka tulee toteuttaa ennen laitoksen käynnistämistä kyseisestä vuosihuollosta. Laitosdokumentaatio oli Olkiluodon laitoksella vuosihuollossa toteutettujen laitosmuutosten jälkeen saatettu ajan tasalle kaikkien käynnistykseen mennessä päivitettävien asiakirjojen osalta. Myös Loviisan voimalaitoksen osalta tulosta voidaan pitää kohtuullisena, vaikka poikkeamia oli aiempaa enemmän. Lukumääristä puuttuu vielä kokonaan seuranta niiden laitosasiakirjojen osalta, joiden päivitys tulee olla suoritettu vasta seuraavaan vuosihuoltoon mennessä.

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit -tunnusluvulla osoitetaan investointien suhteellinen vaihtelu. Euromääräiset summat ovat voimayhtiöiden liiketietoa, jota ei julkaista tässä yhteydessä. Tunnusluku otettiin STUKin tunnuslukujärjestelmään vuonna 2000 indikoimaan mahdollisia sähkömarkkinoiden vapautumisen vaikutuksia investointihalukkuuteen. Tunnusluvun vaihtelussa näkyy selkeästi laitosten tehonkorotuksiin ja modernisointiprojekteihin liittyvät investoinnit vuosina 1997–2000. Vuoden 2004 investoinnit osoittavat sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla kasvavaa kehityssuuntaa. Loviisan laitoksen pääinvestointeja viime vuosina ovat olleet varautuminen vakaviin reaktorionnettomuuksiin ja turpiinin modernisointi. Loviisassa aloitettiin loppuvuodesta 2004 automaatiouudistukseen liittyvä tilojen rakentaminen sekä hankkeen suunnittelu. Olkiluodon laitoksen vuoden 2004 pääinvestointeja oli turbiinilaitoksen uusintaprojekti, mihin liittyy myös höyrynkuivain-
ten uusinta.

STUK pyrkii vaikuttamaan sekä suoraan että välillisesti ydinvoimalaitostyöntekijöiden sekä ympäristön asukkaiden päästöistä aiheutuneisiin säteilyannoksiin. Tähän kuuluu, että radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ovat myös pieniä ja huomattavasti alle asetettujen rajojen. Ilma- ja vesipäästöt Olkiluodon laitokselta pysyivät vuonna 2004 pieninä kuten myös ympäristön väestön päästöistä saama säteilyannos. Loviisan laitoksen jodi- ja aerosolipäästöt ilmaan osoittivat hyvin pientä kasvua. Loviisan päästöt mereen olivat edellistä vuotta suurempia johtuen Loviisan voimalaitoksen loppuvuodesta 2004 tekemästä varastoidun, selkeytetyn matala-aktiivisen jäteveden hallitusta uloslaskusta mereen. Tämä muutaman vuoden välein toistuva, ennakkoilmoitusta STUKille edellyttävä menettely nosti Loviisan ympäristössä altistuneimman henkilön laskennallista annosta sen pysyessä kuitenkin edelleen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan. Työntekijöiden annokset alittivat henkilökohtaisen annoksen rajat Olkiluodon ja Loviisan laitoksilla. Työntekijöiden kollektiiviset annokset olivat pienet ja alittivat asetetut rajat Olkiluodon laitoksilla ja Loviisa 2:lla. Loviisa 1:n kollektiivinen säteilyannos nousi pitkän korjaus- ja huoltoseisokin aikana hieman arvioitua suuremmaksi mm. reaktori ja eristystöissä ylittäen ohjeessa YVL 7.9 asetetun nettosähkötehoon sidotun laskennallisen raportointirajan.

Käyttötapahtumat

Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten käyttötapahtumien määrät olivat vuonna 2004 viime vuosien keskimääräisellä tasolla. Vuoden 2003 tunnuslukujen osoittamassa Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käyttötoiminnan heikkenevässä kehityssuunnassa tapahtui käänne parempaan. Erikoisraportoituja tapahtumia oli Olkiluodon laitoksella kaksi ja Loviisan laitoksella kolme. Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista tapahtuneiden poikkeamien lisäksi molempien laitosten käytetyn polttoaineen varastoissa sattuneet käytetyn polttoaineen käsittelyvirheet edellyttivät erikoisraportointia. Tapahtumien taustalla vaikuttavia syitä olivat mm. muutostöiden suunnitteluvirheet, ohjeista poikkeamiset ja puutteet töiden hallinnoinnissa. Käyttöhäiriöraportilla raportoituja tapahtumia oli vuonna 2004 Olkiluodon voimalaitoksella kuusi ja Loviisan voimalaitokselta yhdeksän. Häiriöt eivät kohdistuneet erityisesti mihinkään

tiettyyn järjestelmään tai yksittäiseen laitteeseen. Tulipaloja ei vuonna 2004 sattunut kummallakaan laitosalueella. Vuonna 2004 molempien laitosten osalta tapahtumien määräävinä aiheuttajina olivat tekniset viat. Tapahtumien määrä Loviisan laitoksella on hienoisessa kasvussa. Loviisa 1:n vuosihuollon aikana sattuneesta yhden henkilön kuolemaan johtaneesta sähkötyötapaturmasta laitoksen laatima raportti ei sisälly mihinkään em. tapahtumaraporttiluokista eikä siten näy tunnusluvuissa. STUK ei myöskään seuraa työtapaturmien lukumääriä tunnusluvuillaan.

Tunnuslukujärjestelmässä tarkastellaan myös käyttötapahtumien riskimerkitystä. Tätä varten tapahtumat jaetaan kolmeen ryhmään: 1) laitevioista aiheutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapah-tumat. Jokaisen ryhmän tapahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerkituksen perusteella kolmeen luokkaan, ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Vuoden 2004 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Kummallakin laitoksella sattui vuonna 2004 yksi reaktoripikasulku. Loviisa 1:n pikasulku johtui reaktorisuojausjärjestelmän viasta. Olkiluoto 1:llä tapahtui reaktoripikasulku höyrylinjan venttiilin sulkeutumisen johdosta. Kaikki turvalisuusjärjestelmät toimivat pikasulkujen yhteydessä suunnitellusti. Koska laitoksilla ei sattunut oleellisesti turvallisuutta heikentäviä tapahtumia, nousivat kyseiset pikasulut riskin kannalta merkittävimmiksi tapahtumiksi. Muita korkeimpaan riskiluokkaan kuuluvia tapahtumia Loviisan laitoksella oli yhdeksän ja Olkiluodon laitoksella kahdeksan. Loviisan tapahtumien epäkäytettävyydet aiheutuivat piilevistä vioista hätädieselgeneraattoreissa, hätäsyöttövesijärjestelmässä sekä suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmässä. Lisäksi merkittävimmän luokan tapahtumissa on mukana varahätäsyöttövesijärjestelmän vuosihuollot konservatiivisen mallinnustavan vuoksi. Olkiluodossa riskin kannalta merkittävimpään luokkaan kuuluvat tapahtumat aiheutuivat sekä suunnitelluista epäkäytettävyyksistä että piilevistä vioista molempien laitosyksiköiden hätädieselgeneraattoreissa ja Olkiluoto 2:n sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmässä. Riskin kan-

nalta merkittävimpien tapahtumien lukumäärät osoittivat Olkiluodossa kasvua ja Loviisassa las-kua edellisvuotisesta.

Riskimerkitykseltään keskimmäiseen luokkaan kuuluvien tapahtumien lukumäärä Loviisassa oli selvästi edellisvuotista matalampi, seitsemän vi-oista aiheutunutta tapahtumaa, ja Olkiluodossa lukumäärä oli samalla tasolla kuin edellisvuon-na; noin kaksikymmentä tapahtumaa, joista kak-si kolmasosaa sattui Olkiluoto 1:llä. Olkiluodon laitoksen tapahtumat olivat pääosin suunnitel-tuja epäkäytettävyyksiä, mihin luokkaan kuulu-vat poikkeusluvilla tehtävistä töistä aiheutuvat epäkäytettävyydet sekä ennakkohuollot. Riskin kannalta vähämerkityksisempään luokkaan kuu-luvien analysoitujen tapahtumien lukumäärä on kasvanut, koska raportoinnissa on siirrytty ohjeen YVL 1.5 mukaiseen käytäntöön (kaikkien turval-lisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden käyttökunnottomuudet esitetään kuukausi- tai neljännesvuosiraporteissa). Tähän riskiluokkaan kuuluvia tapahtumia oli Loviisan kummallakin laitosyksiköllä yli sata, yhteensä 266, ja Olkiluodon laitosyksiköillä useita kymmeniä, yhteensä 148. Loviisassa tapahtumat olivat suurelta osin suunniteltuja epäkäytettävyyksiä ja Olkiluodossa vikojen aiheuttamia. Aiemmin analyysistä karsittiin pois osa nyt analysoidun kaltaisista tapahtumista.

Rakenteellinen eheys

Tunnuslukualueella seurataan radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden (polttoaine, primääripiiri, sekundääripiiri, suojarakennus) tiiviyyttä. Tavoitteeksi on asetettu, että eheys on asetettujen vaatimusten mukainen eikä eheys saa merkittävästi heikentyä STUKin tunnuslukujen mukaan arvioituna.

Vuoden 2004 tunnuslukujen perusteella radio-aktiivisia päästöjä rajoittaville esteille asetettuja rajoja ei ylitetty. Polttoainevuotoja ei Loviisan laitosyksiköillä ole esiintynyt useaan vuoteen. Olkiluodon laitosyksiköillä on ollut pieniä polttoai-nevuotoja lähes vuosittain. Vuotojen kehittymistä on seurattu tehoajon aikana, ja vuotavat polttoai-neniput on poistettu käytöstä vuotohavaintoa seu-ranneessa vuosihuoltoseisokissa. Olkiluoto 2:lla havaittiin pieni polttoainevuoto kolmannella vuosineljänneksellä.

Primääri- ja sekundääripiirien tiiviyyttä seura-taan laitosten itse kehittämällä tai voimayhtiöiden

käyttämällä kansainvälisillä kemian indekseillä sekä korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden pitoisuuksilla. Kemian indeksit osoittivat kemiallisten olosuhteiden ylläpidon vuonna 2004 onnistuneen Loviisa 1 ja Olkiluoto 1 -laitosyksiköillä. Loviisa 2:lla kemian indeksin korkea arvo vuosina 2003–2004 johtui toisen turbiinin lauhduttimen merivesivuodosta, mikä näkyi myös höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksissa. Vuoto korjattiin vuosihuoltoseisokissa 2004, minkä jälkeen tunnuslukuarvot palautuivat ennen vuotoa vallinneelle tasolle. Primääripiirin koboltti-60- ja rautapitoisuuksissa eikä syöttöveden rautapitoisuuksissa tapahtunut seurantajaksolla merkittäviä muutoksia.

Olkiluoto 2:n kemian indeksin tavoitearvoa huomattavasti suurempi arvo kolmannella neljänneksellä johtuu turbiinilauhduttimen vuodosta, mikä näkyy myös tavanomaista suurempana kloridipitoisuutena. Vuoto korjattiin parin päivän kuluessa havainnosta. Kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä on tehonkorotuksesta lähtien ollut ongelmana reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Laitosmuutosten jälkeen, joilla laskettiin lauhteenpuhdistuksen lämpötilaa, sulfaattipitoisuus on pysynyt kummallakin laitosyksiköllä tavoiterajaa (5 µg/l) pienempänä lukuun ottamatta vuoden 2004 kolmatta neljänestä, jolloin Olkiluoto 2:lla maksimipitoisuus oli 8,3 µg/l. Yksiselitteistä syytä tavanomaista korkeammalle sulfaattipitoisuudelle ei ole. Kummallakaan Olkiluodon laitosyksiköllä ei primääripiirin koboltti-60-aktiivisuuspitoisuuksissa eikä syöttöveden rautapitoisuuksissa ole seurantajaksolla ollut oleellisia muutoksia.

Olkiluodon laitoksella seurataan myös primääripiirin vuotoja käyttöjaksokohtaisesti. Käyttöjakson 2003–2004 primääripiirin tunnistettujen ja tunnistamattomien vuotojen määrät Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä olivat alhaiset. Edellisellä käyttöjaksolla 2002–2003 Olkiluoto 1:n tunnistamaton vuotomäärä oli melko suuri johtuen koko käyttöjakson vallinneesta päähöyryjärjestelmän ulospuhallusjärjestelmän takaiskuventtiilien vuodoista. Voimayhtiö on suunnittelemassa uutta tiivisteratkaisua venttiileihin.

Suojarakennusten tiiviys on pysynyt hyvänä sekä Olkiluodossa että Loviisassa. Suojarakennuksen ulompien eristysventtiilien summavuodot olivat alle asetettujen rajojen. Loviisa 1:n

ulompien eristysventtiilien summavuoto on kasvanut toisena perättäisenä vuonna. Summavuodosta lähes puolet aiheutui kahdeksan reaktorin matlapaineisen hätäjäähdytysjärjestelmän sump-pilinjien eristysventtiilien ryhmäkoestuksista, joissa kaikkien tulokseksi merkitään ko. ryhmälle mitattu vuoto. Moninkertaista kirjausta ei kuitenkaan huomioida summavuotoa laskettaessa. Ryhmäkoestuksien vähentäminen tai laskentatavan muutos vastaavaksi kuin TVO:lla antaisi oikeamman kuvan suojarakennuksen vuodosta. Olkiluoto 2:n eristysventtiilien summavuoto on laskenut ja Olkiluoto 1:n hieman kasvanut edellisvuoteen verrattuna. Olkiluoto 1:n vuodosta noin puolet tulee pikasulkujärjestelmän kahden eristysventtiilin vuodoista, jotka ilmeisesti aiheutuvat pikasulussa liikkeelle lähteneistä epäpuhtauksista.

Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen hyvänä, vaikkakin laskua edellisvuotisista on tapahtunut sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla.

Aukkojen summavuoto, johon Loviisassa lasketaan henkilökulkuaukon, varakulkuaukon, materiaalisulun, reaktorikuopan, alipaineventtiilien, kaapeliläpivientien sekä suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän, tuorehöyryjärjestelmän ja syöttövesijärjestelmän läpivientipalkeiden tiiveyskoestustulokset, on edelleen kasvanut Loviisa 2:lla, mutta asetettu raja alittuu selvästi. Summavuodosta noin 88 % tulee yhden huoltoilmastointijärjestelmän läpivientipalkeen ulomman tilavuuden vuodosta. Läpivientien kumipalkeiden tiiveydessä on ollut viime vuosina ongelmia, jonka johdosta ne muutetaan metallirakenteeksi. Olkiluodon laitoksen aukkojen summavuoto, johon siellä lasketaan ylemmän ja alemman henkilösulun, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot, on pysynyt pienenä.

Johtopäätökset vuoden 2004 tunnuslukujen tuloksista

Ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukuja varten kerätyt tiedot vuodelta 2004 eivät osoittaneet sellaisia muutoksia yksittäisissä tunnusluvuissa, tunnuslukualueilla tai kolmella pääalueella, että ne olisivat edellyttäneet STUKin välitöntä reagointia lukuun ottamatta Loviisan laitoksen varavoimadieksien epäkäytettävyyteen liittyviä tunnuslukuja, joiden arvot palautuivat normaalille tasolle

Loviisan laitoksen kansainvälisten indeksien laskennassa havaittujen virheellisyyksien korjauksen jälkeen.

STUKin toiminnan vaikuttavuustunnusluvuille asetetut vaatimukset täyttyivät työntekijöiden henkilökohtaisten säteilyannosten, radioaktiivisten päästöjen ja väestön säteilyaltistuksen suhteen. Loviisa 1:n kollektiivinen säteilyannos nousi vuosihoitoseisokissa, mikä oli pitkä korjaus- ja hoitoseisokki, hieman arvioitua suuremmaksi aiheuttaen ohjeessa YVL 7.9 asetetun nettosätkötehoon sidotun laskennallisen raportointirajan ylittymisen.

Ydinvoimalaitoksilta tapahtuneet radioaktiivisten aineiden päästöt olivat huomattavasti alle asetettujen rajojen. Ilmaan tapahtuneet päästöt olivat pienet sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilta. Vesipäästöt pienentyivät edelleen Olkiluodon laitokselta. Loviisan laitoksen vesipäästöt olivat edellistä vuotta hieman suurempia Loviisan voimalaitoksen tehtyä varastoidun matala-aktiivisen jäteveden hallitun uloslaskun mereen loppuvuodesta 2004. Ydinvoimalaitosten päästöistä aiheutunut ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli Loviisassa ja Olkiluodossa pieni kuten edeltävinä vuosina ja huomattavasti alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan. Loviisan ympäristössä altistuneimman henkilön laskennalliseen annokseen vaikutti hieman korotavasti matala-aktiivisen haihdutusjätteen suunniteltu lasku mereen.

Laitoksia käytettiin pääsääntöisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti. Käyttöehtojen vastaisia tilanteita sattui Loviisan laitoksella kaksi ja Olkiluodossa yksi. Olkiluodon molempia laitoksia koskeva poikkeama ja Loviisa 2:n toinen poikkeama aiheutuivat ohjeiden noudattamattomuudesta johtuvista vääristä työskentelymenetelmistä. Toinen Loviisa 2:n poikkeama johtui muutostyön suunnittelussa tapahtuneesta virheestä. Loviisan laitoksen tapahtumiin liittyi myös puutteita laitoksen ulkopuolisilla yrityksillä teetettyjen töiden valvonnassa. Olkiluodon laitoksella kolmena aikaisempaa vuotena jatkuneessa turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamisen heikkenevässä kehityssuunnassa tapahtui muutos parempaan.

Loviisan voimalaitoksen tarve poiketa suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista laski vuonna 2004 edellisvuoden korkeahkosta määrä-

tä yhdeksään, mikä vastaa pitkän ajan keskiarvoa. STUKin myöntämät poikkeusluvut kohdistuivat pääosin muutos- ja parannustoista aiheutuneeseen tarpeeseen poiketa TTKE:stä. Olkiluodon laitokselle myönnettyjä poikkeuslupia oli myös yhdeksän, mikä on hieman korkeampi kuin edellisenä vuonna. Uuden laitousyksikön rakentamiseen näistä kohdistui viisi poikkeuslupaa. Myönnettyt poikkeusluvut eivät antaneet aiheutta turvallisuusteknisten käyttöehtojen uudelleenarviointiin.

Ydinturvallisuutta vaarantavia tapahtumia ei ydinlaitoksilla ollut. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten käyttötapauksien määrät olivat vuonna 2004 viime vuosien keskimääräisellä tasolla. Vuoden 2003 tunnuslukujen osoittamassa Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käyttötoiminnan heikkenevässä kehityssuunnassa tapahtui käänne parempaan. Tapahtumaraportteja laadittiin vuonna 2004 Olkiluodon laitokselta kahdeksan ja Loviisan laitoksella kaksitoista. Molempien laitosten osalta tapahtumien määräävinä aiheuttajina olivat tekniset viat. Tapahtumien määrä Loviisan laitoksella on hienoisessa kasvussa. Loviisa 1 -laitusyksiköllä vuosihoitoloajan aikana sattuneesta yhden henkilön kuolemaan johtaneesta sähkötyötapahtumasta laitoksen laatima raportti ei sisälly mihinkään em. tapahtumaraporttiluokitusta eikä siten näy tunnusluvuissa. STUK ei myöskään seuraa työtapaturmien lukumääriä tunnusluvuillaan. STUK on käynnistänyt tapahtuman johdosta keskustelut sähköturvallisuutta valvovan viranomaisen ja tapahtumaa tutkineiden muiden viranomaisten kanssa. Loviisan voimalaitokselta on pyydetty tapahtuman johdosta selvityksiä mm. työturvallisuusmääräysten noudattamisesta ja työmääräinkäytännön kehittämisestä ydinvoimalaitoksen käytössä. Fortum on ryhtynyt työmenetelyjen osalta kehitystoimiin. Pidemmän aikavälin parannustoimenpiteet ja STUKin käynnistämät toimenpiteet on vielä arvioitavana.

Loviisan voimalaitoksen kunnossapitotoiminnan aikaisempi heikkenevä suuntaus vuoden 2004 tunnuslukujen perusteella pysähtyi. Vuotuisten kunnossapitotöiden lukumäärä laski hieman edellisvuotisesta. Tämä johtui vikojen kokonaismäärän laskusta, sillä ennakkohoitojen lukumäärä on vuositasolla pysynyt tasaisena. Tehokäytön aikaisen välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrä on ollut viime vuosina kasvussa Loviisa 2:lla. Viat ovat olleet kuitenkin sellaisissa

varalla olevissa järjestelmissä, joilla ei ole suora-naista vaikutusta laitosyksiköiden käyttöön tai ydinturvallisuuteen. Vikojen korjaus priorisoidaan käytettävissä olevien resurssien puitteissa vikojen kiireellisyyden ja turvallisuusmerkityksen perusteella. Tämä näkyy keskimääräisissä korjausajoissa, mitkä Loviisan laitoksilla ovat korkeita etenkin Loviisa 2:lla. Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset ovat pysyneet Loviisan laitoksilla kuitenkin pieninä. Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat, kuten Loviisa 1:n reaktoripikasulku, sekä muut merkittävät tapahtumat aiheutuivat laitevioista. Näihin riskiluokkiin kuuluvien tapahtumien lukumäärät olivat pienemmät kuin edellisvuonna. Kyseisten tapahtumien aikaiset turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyydet aiheutuivat piilevistä vioista hätädieselgeneraattoreissa, hätäsyöttövesijärjestelmässä sekä suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmässä. Lisäksi merkittävimmissä tapahtumissa on mukana varahätäsyöttövesijärjestelmän epäkäytettävyys vuosihuolloissa konservatiivisen mallinnustavan vuoksi.

Olkiluodon voimalaitoksella turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisien kunnossapitotöiden kokonaismäärä on kahtena viime vuonna ollut laskussa, mihin vaikuttaa usean vuoden ajan jatkunut ennakkohuoltotöiden kokonaismäärän laskeva suuntaus. Vikojen määrä on vastaavasti ollut lineaarisessa kasvussa. Tehokäytön aikaisten käyttörajoitustöiden lukumäärä osoitti kasvavaa kehityssuuntaa jo toisena perättäisenä vuonna. Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneita TTKE-laitteiden vikoja oli erityisesti Olkiluoto 1:llä poikkeuksellisen paljon. Vikojen määrän kasvava trendi viittaisi laitoksen kunnon heikkenemiseen. Samanaikainen ennakkohuoltojen pienevä lukumäärä saattaa osoittaa ongelmia laitteiden käyttöiän hallinnassa. Vikojen keskimääräiset korjausajat olivat Olkiluodon laitosyksiköillä lyhyitä. Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset olivat korkeammat kuin viime vuosina keskimäärin. Tulevina vuosina selviää onko trendissä tapahtunut todellinen muutos. Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat, kuten Olkiluoto 1:n reaktoripikasulku, sekä muut merkittävät tapahtumat aiheutuivat sekä laitevioista että suunnitelluista epäkäytettävyyksistä. Näihin riskiluokkiin kuuluvien tapahtumien lukumäärät olivat suuremmat kuin edellisvuonna. Kyseisten tapahtumien aikaiset turvallisuusjärjestelmien

epäkäytettävyydet aiheutuivat piilevistä vioista molempien laitosyksiköiden hätädieselgeneraattoreissa ja Olkiluoto 2:n sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmässä. Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä varavoiomadieseileiden sekä Olkiluoto 2:n suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän käyttökunnottomuutta kuvaavat kansainväliset indeksit osoittivat epäkäytettävyydasojen kasvua.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä, vaikka pientä heikkenemistä on havaittavissa. Loviisan laitosyksiköillä polttoainevuodot ovat viime vuosina olleet harvinaisia, eikä niitä ollut vuonna 2004. Olkiluodon laitosyksiköillä polttoainevuotoja on ollut lähes vuosittain. Olkiluoto 2:lla havaittiin elokuun lopulla polttoainevuoto.

Vesikemiallisia olosuhteita kuvaavien kansainvälisten kemian indeksien lisäksi otettiin vuonna 2004 käyttöön uusia primääri- ja sekundäripiirien korroosiota aiheuttavia epäpuhtauksia ja korroosiotuotteiden pitoisuuksia piireissä kuvaavia tunnuslukuja. Kemian indeksit osoittivat kemiallisten olosuhteiden ylläpidon vuonna 2004 onnistuneen Loviisa 1 ja Olkiluoto 1 -laitosyksiköillä. Loviisa 2:n ja Olkiluoto 2:n turbiinin lauhduttimen vuodot näkyivät korkeina kloridipitoisuuksina. Olkiluoto 2:n reaktoriveden kolmannen neljänneksen tavoitearvoa korkeammalle sulfaatipitoisuudelle ei löytynyt yksikäsitteistä selitystä. Korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien lyhytaikaisilla normaalia korkeammilla pitoisuuksilla ei ole osoitettu olevan rakennemateriaaleja vahingoittavaa vaikutusta.

Suojarakennusten tiiviys on pysynyt hyvänä sekä Olkiluodossa että Loviisassa. Loviisa 1:n ulompien eristysventtiilien summavuoto osoittaa kasvavaa kehityssuuntaa, mikä pitkälti johtuu ryhmäkoestuksista ja summavuodon laskentavastatavan muutos vastaavaksi kuin TVO:lla antaisi oikeamman kuvan suojarakennuksen vuodosta. Niiden eristysventtiilien osuudessa, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on tapahtunut laskua sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla. Suojarakennuksen aukkojen summavuoto Loviisa 2:lla kasvoi, mutta asetettu raja edelleen alittui. Läpivientien kumipalkeiden tiiveydessä on ollut ongelmia ja läpivientirakenteen

muuttaminen metallirakenteeksi on käynnistetty Loviisan voimalaitoksella. Aukkojen summavuoto on Olkiluodon laitostyksiköillä pysynyt pienenä.

Vuoden 2004 investoinnit osoittavat sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla kasvavaa kehityssuuntaa, mihin Loviisassa vaikuttavat valmistautuminen laajoihin uudistushankkeisiin ja Olkiluodossa käyvien laitosten uudistushankkeiden lisäksi valmistautuminen uuteen laitoshankkeeseen. Vuonna 2004 toteutettujen muutostöiden (rekisteriin kirjatut) aiheuttamien asiakirjamuutosten päivitystilanne laitoksia käynnistettäessä oli Loviisan laitostyksiköiden osalta kohtalainen ja Olkiluodon laitostyksiköiden osalta hyvä.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna on Olkiluodon laitoksella tapahtunut käyttötoiminnassa paranemista. Laadunvarmistus ja säteilysuojelu saavuttivat asetetut tavoitteet. TTKE-laitteiden vikoja, kunnossapitoa ja turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta kuvaavat tunnusluvut indikoivat mahdollisia ongelmia kunnossapitostrategiassa tai laitoksen käyttöä hallinnassa. Havaintoa tukevat tapahtumien tekniset syyt ja riskin kannalta merkittävimpien tapahtumien lukumäärän kasvu ja niiden taustalla olleet laiteviat. Polttoaineen tiiveydessä ilmenee Olkiluodon laitoksilla vuosittain ongelmia.

Loviisan voimalaitoksella oli puutteita laitoksen sisäisten yksiköiden ja ulkopuolisilla teetetyn työn valvonnassa. Asiakirjojen päivityksessä ei

saavutettu täysin asetettua tavoitetta. Loviisa 1:n vuosihuoltoseisokin aikaisen säteilysuojelusuunnittelun tavoitteita ei saavutettu ja siellä ylitettiin YVL-ohjeen mukainen kollektiivisen annoksen raportointiraja. STUKin tunnuslukuseuranta osoitti joitakin puutteita raportoitujen laboratoriotulosten oikeellisuudessa. Samantyyppisiä ongelmia ilmeni myös turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyttä kuvaavien tunnuslukujen laskennassa havaittujen virheiden selvittelyn yhteydessä. TTKE-laitteiden vikojen keskimääräisten korjausaikojen nousuun ei löytynyt yksikäsitteistä selitystä. Selvitettäväksi jää liittyvätkö pitkät korjausajat ikääntymisen hallintaan vai kunnossapidon resursseihin.

Käyttötapahtumien lukumäärä on Loviisan laitoksella hienoisessa nousussa ja Olkiluodossa laskussa. Riskin kannalta merkittävimpien tapahtumien lukumäärät osoittivat Loviisassa laskua ja Olkiluodossa kasvua edellisvuotisesta. Loviisassa merkittävimmät viat jakaantuivat hätä dieselgeneraattoreille, hätäsyöttövesijärjestelmälle sekä suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmälle. Lisäksi merkittävimmissä tapahtumissa on mukana varahätäsyöttövesijärjestelmän vuosihuollot. Olkiluodossa merkittävimmät viat liittyivät dieselgeneraattoreihin. Varavoimadieseleiden epäkäytettävyys Olkiluodon kummallakin laitostyksiköllä sekä Olkiluoto 2:n suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys osoittivat kasvua vuonna 2004.

Johdanto tunnuslukujen määrittämiselle

Seuraavassa esitetään STUKin tunnuslukujärjestelmän ydinlaitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen määritelmät, tietojen hankinta, laskentavastuut, tarkoitus sekä vuoden 2004 tietojen perusteella päivitetty tunnuslukuarvot, niiden tulkinna ja muutosten arviointi.

Tunnuslukujen tietojen hankinta-, laskenta-, ja analysointivastuut on määritetty ydinvoimalaitosten valvontaosastolla (YTO) henkilötasolla. Vuonna 2004 Turvallisuuden hallinta -toimiston (TUR) paikallistarkastajat vastasivat turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa määriteltyjen laitteiden vikoja ja ennakkohuoltoja sekä turvallisuusjärjestelmien käytettävyyttä kuvaavista tunnusluvuista. TUR vastasi myös vikojen aiheuttamista tuotannonmenetyksistä. Primääripiirin vuotoja koskevat tiedot Olkiluodon ydinvoimalaitokselta toimitettiin paikallistarkastajan toimesta. TURin tarkastajat vastasivat Olkiluodon laitoksen kunnossapidon laatua kuvaavien tunnuslukujen kokoamisesta ja arvioinnista. TUR ylläpiti käyttötapauksien seuranta-taulukkoa ja vastasi käyttötapauksiin ja raportteihin perustuvista tunnusluvuista. Riskien hallinta -toimisto (RIS) suoritti tapahtumien riskimerkityksen arvioinnin. Voimalaitostekniikka -toimiston (VLT) tarkastajat vastasivat palohälytysjärjestelmän toimintaa sekä polttoaineen ja primääripiirin tiiveyttä kuvaavista tunnusluvuista. Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät -toimisto (REA) keräsi ja laski suojarakennuksen tiiveyttä kuvaavat tunnusluvut. Säteilysuojelutoimisto (SÄT) vastasi säteilyannos- ja päästötietojen kokoamisesta ja niitä kuvaavista tunnusluvuista. Laitoshankkeet -toimisto (HAN) vastasi dokumentaation ajantasaisuutta ja investointeja koskevista tunnusluvuista. Ydinlaitosturvallisuutta kuvaavan tunnuslukujärjestelmää ylläpidettiin johdon tuki yksikössä (YJT) ja toimintaa koordinoi tutkintapäällikkö.

Vuonna 2003 suoritettuna STUKin tunnusluku-

järjestelmän väliarvioinnin tuloksena päätettiin joidenkin yksittäisten tunnuslukujen määritelmiä täsmentää niiden luotettavuuden parantamiseksi sekä löytää keinoja tunnuslukutyön parantamiseksi. Myös joidenkin tunnuslukujen määritelmiä muutettiin vuoden 2004 alusta lähtien siten, että ne mahdollisimman hyvin tukevat YTON suoritamaa ydinturvallisuuden valvontaa ja sen aliprosesseja.

Tapahtumien riskimerkityksen suhteen otettiin jo vuoden 2003 osalta käyttöön uudet tunnusluvut. Turvallisuuden kannalta merkityksellisten laitteiden kunnossapidon (TTKE-laitteiden vikoja, kunnossapitoa, vikojen kestoa) sekä polttoaineen ja primääri- ja sekundääripiirien tiiveyttä kuvaaville tunnuslukualueille muutettiin olemassa olevia tunnuslukuja sekä otettiin käyttöön uusia tunnuslukuja vuoden 2004 alusta. Uusien määritelmien mukaiset tunnusluvut on laskettu takautuvasti muutamalta aikaisemmalta vuodelta vertailupohjan saamiseksi vuoden 2004 tunnuslukuarvoille.

Vuoden 2004 alusta muutettiin seuraavia tunnuslukuja tai niiden määritelmiä:

1.1a TTKE-laitteiden viat:

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen määrää tehokäytön aikana. Viat jaetaan laitosyksikkökohtaisesti kahteen ryhmään: välittömästi käyttörajoituksen aiheuttaneet viat ja korjaustyön yhteydessä käyttörajoituksen aiheuttaneet viat.

Aiemmin tunnuslukuna seurattiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden (TTKE-laitteiden) vikaantumisten määrää tehokäytön aikana.

1.1b TTKE-laitteiden kunnossapito:

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden vikakor-

jaus- ja ennakko- huoltotöiden lukumääriä laitos-
sikkökohtaisesti sekä näiden suhdetta.

Aiemmin seurattiin pelkästään ennakkohuolto- ja vikakorjaustöiden suhdetta laitoskohtaisesti. Koska suhteen lukuarvo ei sellaisenaan osoittanut selkeää vaihtelua tai muutossuuntaa ja vaihtelun syitä oli vaikea tulkita, siirryttiin tunnuslukuina seuraamaan vikakorjausten ja ennakkohuoltotöiden lukumääriä laitosyksikkökohtaisesti.

I.1c TTKE-laitteiden vikojen kesto:

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräistä korjausaikaa (kaikkien vikakorjaustöiden keston keskiarvona).

Aiemmin Olkiluodon laitoksella seurattiin keskimääräisen viallaoloajan prosentuaalista osuutta TTKE:ssa sallittujen erilaisten korjausaikojen keskiarvosta. Loviisan laitoksen osalta seurattiin niiden TTKE:n alaisten laitteiden keskimääräistä viallaoloaikaa, joiden sallittu korjausaika on kolme vuorokautta. Tunnusluvun määritelmä haluttiin yhtenäistää kummallekin laitokselle samaksi. Tunnusluvun antamat lukuarvot eivät nykyiselläänkään ole verrannollisia, sillä Loviisan ydinvoimalaitoksella on moninkertainen määrä TTKE:n alaisia laitteita Olkiluodon laitokseen verrattuna, joten Loviisassa joudutaan korjaustöitä priorisoimaan sallittujen korjausaikojen ja käytettävissä olevien resurssien puitteissa.

I.1d Kunnossapitovirheet,

1e Toiminnan estävät yhteisviat,

1f Potentiaaliset yhteisviat:

Tunnusluvut yhdistettiin vuoden 2004 osalta yhdeksi tunnusluvuksi: Toteutuneet yhteisviat TTKE:n alaisen käyttörajoituksen piirissä raportoituissa laitteissa tai järjestelmissä.

Tunnuslukuina on aiemmin seurattu Olkiluodon kaikkien järjestelmien osalta kunnossapitovirheiden määrää. Tunnuslukuina ovat olleet kunnossapitovirheistä johtuvat yhteisviat sekä yksittäiset kunnossapitovirheet. Myös käyttötoimenpiteiden yhteydessä aiheutetut yhteisviat on huomioitu tunnusluvussa. Teknisistä syistä johtuneiden laitteen tai järjestelmän toiminnan estäneiden sekä potentiaalisten yhteisvikojen määrät ovat olleet erillisinä tunnuslukuina.

Tunnusluvut vaativat edelleen uudelleenarvi-

ointia ja kehittämistä. Tunnusluvun määrittäminen Loviisan voimalaitokselle on kesken.

III.1. Polttoaineen tiiviys:

Uusina laitosyksikkökohtaisina tunnuslukuina seurataan:

- Jodin maksimiaktiivisuutta tasaisella tehoajolla tarkastelujakson aikana. Loviisan laitoksen osalta se tarkoittaa jodiaktiivisuuksien summaa kuumavalmiudessa, käynnistystilassa tai tehokäytöllä. Olkiluodon laitoksen osalta tunnusluku on pelkkä I-131 aktiivisuus tehoajolla. Maksimiarvoja verrataan TTKE-rajaan graafisessa esityksessä.
- I-131-maksimiaktiivisuutta paineenalennuksen aikana ajettaessa seisokkiin tai reaktoripikasilun tapahduttua

entisten:

- maksimiaktiivisuustaso tasaisella tehoajolla I-131-ekvivalenttina (kBq/m^3) (Olkiluoto; pelkäästään I-131), ja
- reaktorista polttoainevuotojen vuoksi kunkin vuoden vuosihuoltoseisokissa poistettujen polttoainien määrän määrä

lisäksi.

III.2. Primääri- ja sekundääripiirien tiiviys:

Aiempien kansainvälisten kemian indeksien lisäksi uusina laitossykkökohtaisina tunnuslukuina otettiin käyttöön seuraavat tunnusluvut:

- Korroosiota aiheuttavat epäpuhtaudet:
Loviisan laitoksen osalta seurataan höyrystämien ulospuhallusten ja Olkiluodon laitoksen osalta reaktoriveden kloridipitoisuusmaksimien osuutta turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetusta rajasta tarkastelujaksolla. Olkiluodon laitokselta seurataan myös reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimitasoa.
- Reaktoripiirin ja sekundääripiirin pinnoilta jäähdytteeseen irronneet korroosiotuotteet:
Loviisan laitokselta seurataan primäärijäähdytteen kiintoaineen rautapitoisuutta ja sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo). Olkiluodon laitokselta seurataan reaktoriveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo). Lisäksi kummaltakin laitokselta seurataan reaktorijäähdytteen Co-60-aktiivisuuspitoisuuden maksimia ajettaessa laitosta kylmäseisokkiin.

Loviisan laitoksella on kansainvälisen kemian indeksin sijasta otettu vuonna 2003 käyttöön uusi sekundääripiirin kemian indeksi, jonka arvot on laskettu taannehtivasti vuodesta 2002 asti. Loviisan laitoksen uusi indeksi huomioi höyrystimien ulospuhalluksessa ja syöttövedessä olevia korroosiota aiheuttavia tekijöitä ja korroosiotuotteiden pitoisuuksia. Höyrystimien ulospuhalluksesta laskennassa ovat mukana kloridi-, sulfaatti- ja natriumpitoisuus.

Vuonna 2003 seurattiin tapahtumien riskimerkitystä (tunnusluku II.2) kahden tyyppisillä tunnusluvuilla:

- Vanhan tavan mukaan seurattiin käyttötapah- tumien PSA:n avulla laskettua riskimerkitys- tä. Tarkasteltavina kohdealueina olivat TTKE- poikkeuslupahakemukset, TTKE-laitteiden viat, TTKE:n alaisten laitteiden ennakkohuollot ja muut suunnitellut erotukset. Tunnuslukuina olivat sekä kohdealueiden että näiden yhteen- laskettu kokonaisriski sydänvaurioriskistä.
- Uusina tunnuslukuina ryhdyttiin seuraamaan laitteiden epäkäytettävyyksien riskimerkitys-

tä. Riskimittana käytetään kuhunkin tapah- tumaan liittyvää ehdollista sydänvaurioto- dennäköisyyden kasvua (CCDP). Tapahtumat on jaettu kolmeen ryhmään: 1) laitevioista ai- heutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapahtumat. Ta- pahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerki- tyksen (CCDP, Conditional Core Damage Pro- bability) perusteella kolmeen kategoriaan: riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat ($CCDP \geq 1E-7$), muut merkitykselliset tapahtu- mat ($1E-8 \leq CCDP < 1E-7$) ja muut tapahtumat ($CCDP < 1E-8$). Tunnuslukuna on kuhunkin ka- tegoriaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä.

STUKin myöntämällä poikkeusluvilla tehtävistä töistä aiheutuvat epäkäytettävyydet ovat mukana ryhmässä 2. Mahdolliset TTKE-rikkomukset (tun- nusluku A.I.2) ovat ryhmässä 1, mikäli ne soveltu- vat hyödynnettäviksi tässä tunnusluvussa.

Vuoden 2004 tunnusluvuista on jätetty pois vanhan tavan mukaiset tapahtumien riskitunnus- luvut.

Tunnusluvut

A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri

A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen

A.I.1a TTKE-laitteiden viat

Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden (TTKE-laitteiden) käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen määrää tehokäytön aikana. Viat jaetaan laitosyksikkökohtaisesti kahteen ryhmään; välittömästi käyttörajoituksen aiheuttaneet viat ja korjaustyön yhteydessä käyttörajoituksen aiheuttaneet viat.

Tiedot

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

Tarkoitus

Tunnuslukua käytetään laitosten käyttöiän hallinnan ja laitteiden kunnon kehityksen arviointiin.

Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),
paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Kosi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

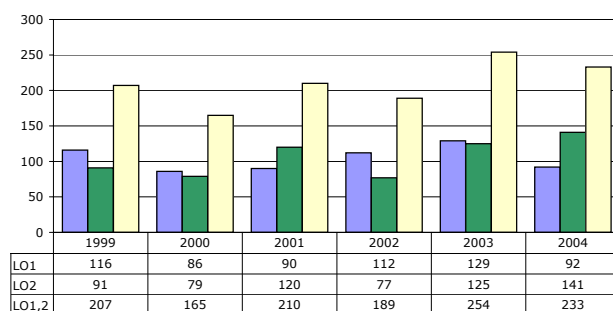
Tunnusluvun tulkinta

TTKE-laitteiden tehokäytön aikaisten vikakorjausten määrä Loviisan voimalaitoksella laski vuonna 2004 edellisvuotisesta määrästä, mikä oli huomattava aiempiin vuosiin verrattuna. Vikoja oli edelleen noin 15 % enemmän 2000 luvun aikaisempaan tasoon verrattuna. Loviisa 2:lla käyttörajoitustöiden määrä on viime vuosina ollut kasvussa. Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneita vikoja oli Loviisa 2:lla vuonna 2004 kaksinkertainen määrä (60) Loviisa 1:een verrattuna. Vikoja, jotka aiheuttivat käyttörajoituksen vasta erotettaessa

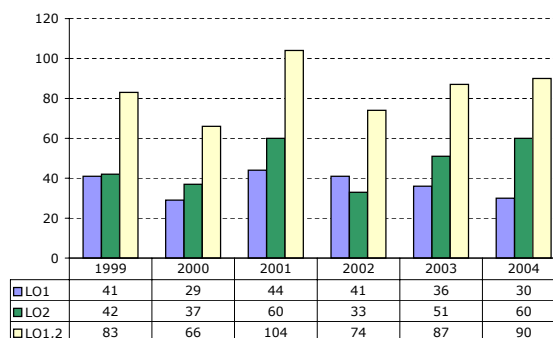
laite korjaustyötä varten, oli vuonna 2004 Loviisa 1:llä 64 ja Loviisa 2:lla 80.

Merkittävänä vikatyypinä parin viime vuoden ajan kummallakin Loviisan laitossyksiköllä ovat olleet suojarakennuksen vetymittausten tarkastuk-

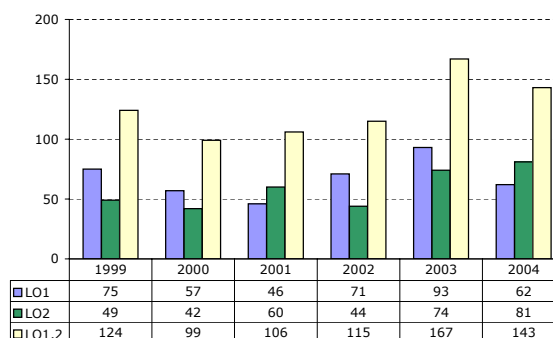
Käyttörajoitusvikojen määrä tehokäytön aikana,
Loviisa
(TTKE-laitteiden viat)



TTKE-laitteiden viat: välitön käyttörajoitus viasta,
Loviisa



TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön
alusta, Loviisa



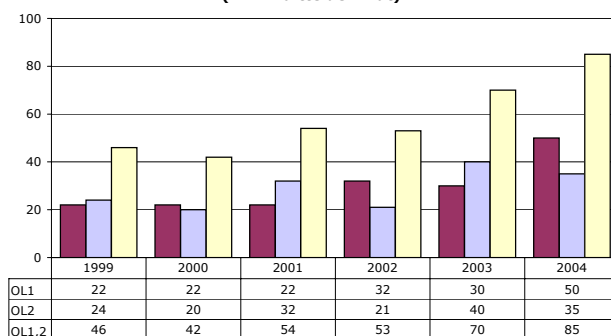
set ja korjaukset, höyrystimien ulospuhalluslinjojen virtausmittausten rotametrien puhdistukset, valvottujen alueiden ilmastoinnin säteilymittausten korjaukset sekä suojarakennuksen ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän dieseiden vikojen selvitykset ja korjaukset.

TTKE-laitteiden tehokäytön aikaisten vikojen lukumäärä Olkiluodossa osoitti vuonna 2004 kasvavaa kehityssuuntaa jo toisena perättäisenä vuonna. Vikojen määrä oli aiempina vuosina vakiintunut 50...60:een /vuosi, kun vuonna 2004 käyttörajoituksen aiheuttaneita vikoja oli yhteensä 85. Vuonna 2004 välittömästi käyttörajoituksen aiheuttaneita vikoja oli varsinkin Olkiluoto 1:llä poikkeuksellisen paljon (27) yhteismäärän kummallakin yksiköllä oltua aiemmin noin parikymmentä. Vikojen määrä, jotka aiheuttivat käyttörajoituksen laitetta erotettaessa korjaustyötä varten, on ollut Olkiluodon laitosyksiköillä kasvussa. Vuonna 2004 niitä oli kaksinkertainen määrä 2000 luvun alku vuosittaisiin määriin verrattuna.

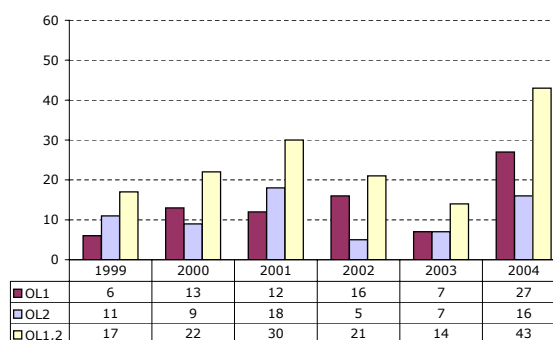
Eniten vikoja oli Olkiluoto 1:n ulospuhallusjärjestelmän 314 laitteissa, yhteensä 10, joista 8 oli säätöventtiiliin 314V21 samasta syystä johtuvia vikoja. Olkiluoto 2:lla eräänä vikatyypinä oli kolmessa sisäpuolisessa eristysventtiilissä määräaikauskokeita tehtäessä havaittu koestuslaitteen toimimattomuus. Venttiileistä kaksi sijaitsee reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmässä (323) ja yksi apusyöttövesijärjestelmässä. Sama vikatyypin esiintynyt aikaisempinakin vuosina.

Vikojen kasvun jatkuminen saattaa indikoida laitoksen kunnon huononemisesta ja ongelmista laitteiden käyttöä hallinnassa.

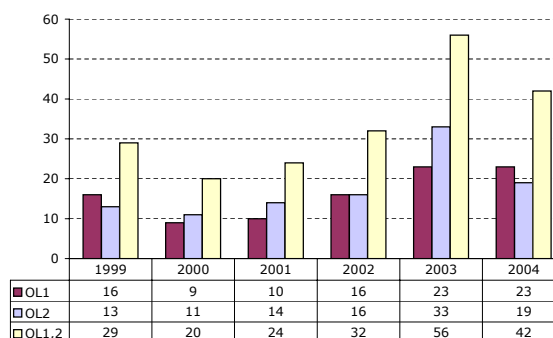
Käyttörajoitusvikojen määrä tehokäytön aikana, Olkiluoto (TTKE-laitteiden viat)



TTKE-laitteiden viat: välitön käyttörajoitus viasta, Olkiluoto



TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön alusta, Olkiluoto



A.1.1b TTKE-laitteiden kunnossapito**Määritelmä**

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden vikakorjausten ja ennakkohuoltotöiden lukumääriä laitossyksikkökohtaisesti.

Tiedot

Tiedot saadaan laitoksen työtilausjärjestelmästä, joista haetaan kaikki turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden ennakkohuolto- ja vikakorjaustyöt.

Tarkoitus

Tunnusluku antaa kuvan ennakkohuoltotöiden ja vikakorjaustöiden suhteesta ja kuvaa laitoksen kuntoa sekä kunnossapitostrategiaa. Tunnuslukua

käytetään laitoksella toteutettavan kunnossapitostrategian arviointiin.

Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),

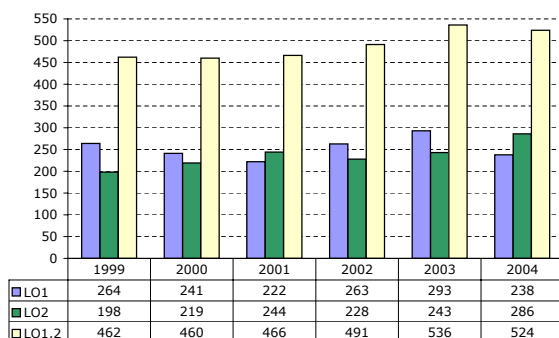
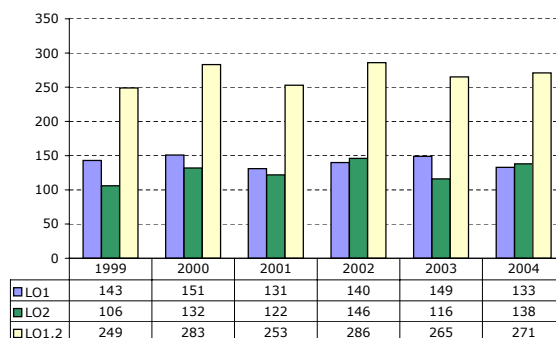
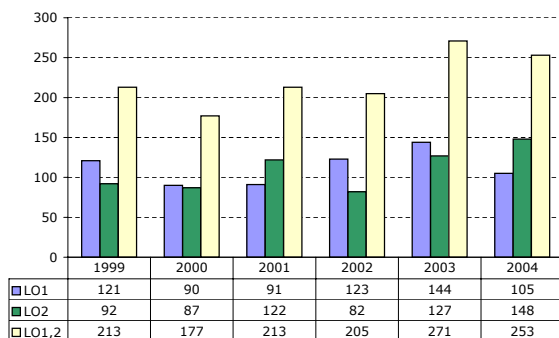
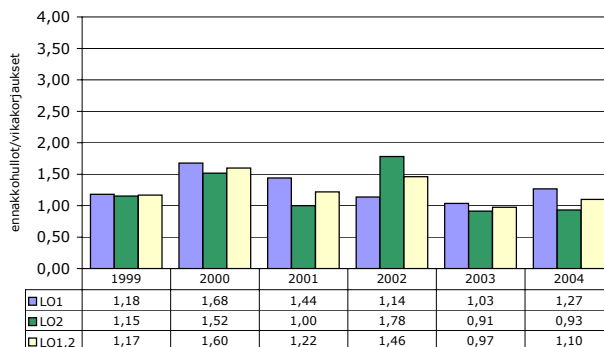
paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

Tunnusluvun tulkinta

TTKE-laitteiden kunnossapitotöiden kokonaismäärä on Loviisan laitoksella kolmena viime vuonna ollut loivassa kasvussa. Tämä johtuu siitä, että vuotuisten vikakorjausten määrä on vuodesta 2000 lähtien ollut lievässä kasvussa, erityisesti Loviisa 2:lla. Ennakkohuoltojen määrä on pysyt tasaisena. TTKE-laitteiden ennakkohuoltotöiden lukumäärän suhde vikakorjaustöiden lukumäärään on Loviisan

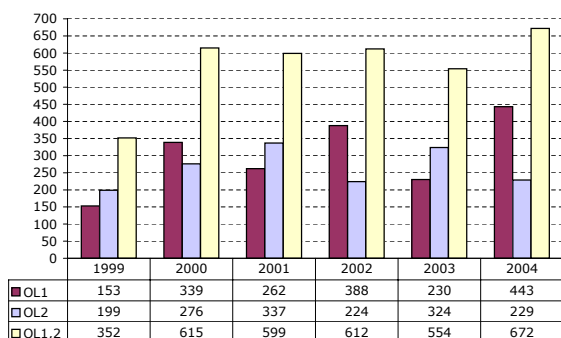
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt, Loviisa**TTKE-laitteiden ennakkohuollot, Loviisa****TTKE-laitteiden vikakorjaukset, Loviisa****TTKE-laitteiden kunnossapito, Loviisa**

laitoksella niin ollen loivassa laskussa. Suhdeluku on Loviisa 2:lla kahtena viime vuonna ollut alle yhden. Vuonna 2004 TTKE-laitteiden vikoja oli Loviisa 2:lla enemmän kuin Loviisa 1:llä, missä taas ennakkohuoltoja oli enemmän kuin Loviisa 2:lla. Vuotuiset lukuarvojen muutokset ovat johtuneet ennakkohuoltotöiden ja vikojen määrien luontaisista vaihteluista, joihin ovat vaikuttaneet mm. vuosihuoltojen pituudet. Vuonna 2004 Loviisa 1:n vuosihuollon kokonaiskesto oli 47 vuorokautta ja Loviisa 2:n 22,5 vuorokautta.

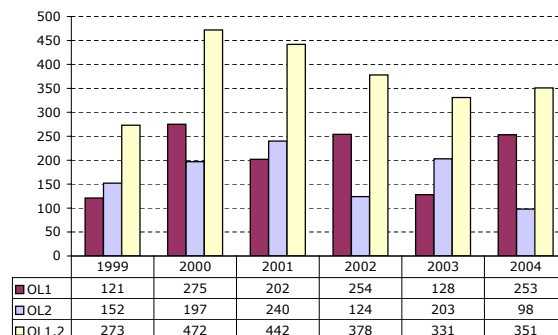
TTKE-laitteiden kunnossapitotöiden kokonaismäärä on 2000-luvulla ollut noin 600:n luokkaa. Vuotuisten vikakorjausten määrä Olkiluodon laitoksella oli vuonna 2004 44 % edellisvuotta korkeampi ja Olkiluoto 1:llä lähes kaksinkertainen vuoteen 2003 verrattuna.

Olkiluodon laitoksella TTKE-laitteiden ennakkohuoltotöiden lukumäärän suhde vikakorjaustöiden lukumäärään on laskussa. Vuonna 2004 Olkiluoto 1:llä ennakkohuoltotöiden lukumäärän suhde vikakorjaustöiden lukumäärään oli reilusti yli yhden, kun se Olkiluoto 2:lla oli alle yhden. Olkiluoto 2:n ennakkohuoltotöiden määrä laski ja Olkiluoto 1:lla kasvoi kaksinkertaiseksi edellisvuoteen verrattuna. Koska käytönaikaiset ennakkohuollot on määritelty turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa, pysyvät ne vuoden mittaan vakioina. Vikakorjaustyöt ja seisokkien pituuden mukaan määräytyvät ennakkohuollot muuttavat tunnuslukua. Laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokkien pituudet olivat vuonna 2004 Olkiluoto 1:llä noin 16 vuorokautta ja Olkiluoto 2:lla noin 9 vuorokautta.

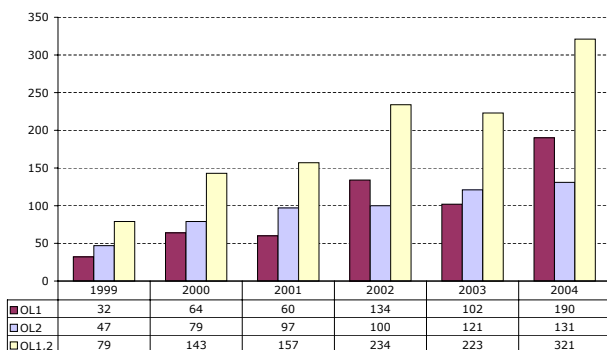
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt, Olkiluoto



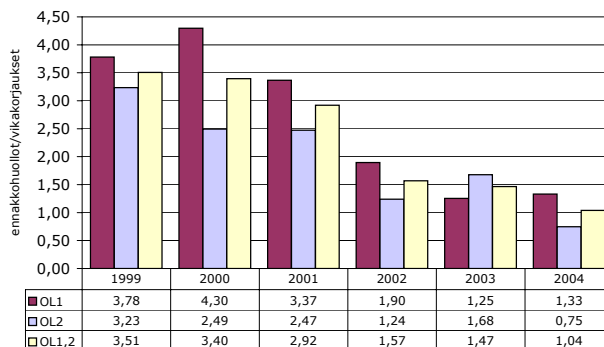
TTKE-laitteiden ennakkohuollot, Olkiluoto



TTKE-laitteiden vikakorjaukset, Olkiluoto



TTKE-laitteiden kunnossapito, Olkiluoto



A.1.1c TTKE-laitteiden vikojen kesto

Määritelmä

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräistä korjausaikaa. Aika on kunkin korjauksen kohdalla käyttökunnottomuusaika. Se lasketaan vian havisemisesta korjaustyön päättymiseen asti, jos vika aiheuttaa välittömän käyttörajoituksen. Jos laite on käyttökunnossa vian korjaukseen aloitukseen asti, niin ajaksi lasketaan korjaustyöhön kulunut aika.

Tiedot

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä sekä kunnossapidon ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan, miten pian vialla olleet turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaiset laitteet on korjattu suhteessa TTKE:n sallimaan korjausaikaan.

Tunnuslukua käytetään laitosten kunnossapitotoiminnan strategian, resurssien ja tehokkuuden arviointiin.

Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),
paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

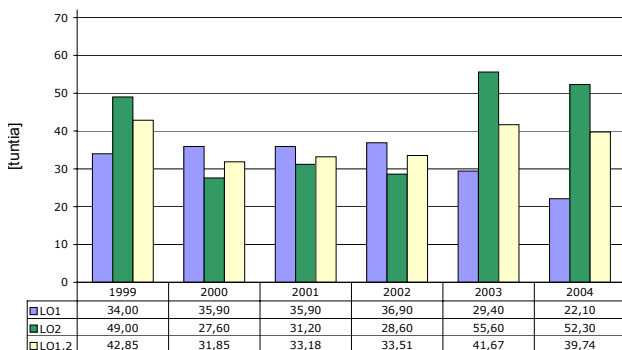
Tunnusluvun tulkinta

TTKE-laitteiden keskimääräinen vikojen korjausaika Loviisan laitoksella on vuosina 2000–2004 vaihdellut 30–40 tunnin välillä. Loviisa 1:llä korjausajoissa on ollut selkeä laskeva trendi, keskimääräisen korjausajan laskiessa 45 tunnista 23 tuntiin. Loviisa 2:lla trendi on puolestaan ollut käänteinen keskimääräisen korjausajan kasvaessa kyseisenä ajanjaksona 28 tunnista 52 tuntiin. Töiden priorisointia suoritetaan korjausaikojen puitteissa laitteiden turvallisuusmerkitys ja käytettävissä olevat resurssit huomioiden.

Vuoden 2003 Loviisa 2:n keskimääräisen korjausajan huippuarvoon (55,6 tuntia) vaikutti suojarakennuksen vetymittausten (XW) sekä suojarakennuksen ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän dieselien (EY05) vikojen selvitykset ja korjaukset sekä EY05 -käynnistysakustojen uusinta. Vuonna 2004 korkeahkoon arvoon vaikutti edelleen suojarakennuksen vetymittausten sekä akustojen ja tasasuuntaajien vikakorjaukset, joiden käyttörajoitusaika (21 vuorokautta) astuu voimaan heti vian havaitsemishetkellä.

TTKE-laitteiden keskimääräiset korjausajat Olkiluodon laitostyksiköillä ovat vuosina 1999–2004 vaihdelleet neljästä tunnista puoleen vuorokauteen. Vuonna 2004 keskimääräiset korjausajat kummallakin laitostyksiköllä olivat alhaiset, noin kuusi tuntia. Pientä nousua vuoden 2003, vain 4–5 tunnin, keskimääräisiin korjausaikoihin verrattuna on.

TTKE-laitteiden keskimääräinen viallaoloaika (h), Loviisa



TTKE-laitteiden keskimääräinen viallaoloaika (h), Olkiluoto



A.1.1d Yhteisvial**Määritelmä**

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisissa (TTKE) laitteissa tai järjestelmissä toteutuneiden yhteisvikojen lukumäärää.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden raportoimista käyttörajoituksen aiheuttaneista töistä.

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan kunnossapidon laatua.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Jukka Kupila

Tunnusluvun tulkinta

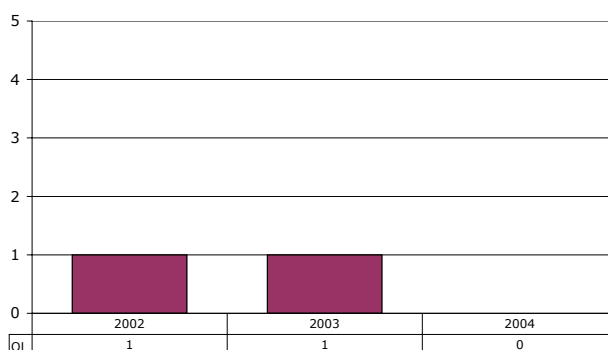
Loviisan voimalaitoksella ei tunnistettu vuonna 2004 yhtään toteutunutta yhteisvikaa käyttörajoituksen alaisissa TTKE järjestelmissä.

Olkiluodon voimalaitoksella ei tunnistettu vuonna 2004 yhtään toteutunutta yhteisvikaa

käyttörajoituksen alaisissa TTKE järjestelmissä.

Tunnusluvun laskennan yhteydessä todettiin Olkiluodon voimalaitoksella kahden hätädieselgeneraattorin olleen yhtäaikaaisesti käyttökunnottomia. Kyseessä ei kuitenkaan ole yhteisvika. Toinen hätädieseleistä erotettiin määräaikaisko-keessa havaitun vian korjaamiseksi. Myöhemmin toiselle redundanssille tehdyn määräaikaisko-keen yhteydessä todettiin dieselillä laukaiseva vika, joka tulkittiin olleen piilevänä puolet testivälis-
tä. Yhtäaikainen käyttökunnottomuusai-
ka oli 7.4.2004 klo 7:55–13:15.

Yhteisvikojen määrä, Olkiluoto



A.1.1e Toiminnan estävät yhteisviat

Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan teknisistä syistä johtuneiden laitteen tai järjestelmän toiminnan estäneiden yhteisvikojen määrää laitoksen kaikkien järjestelmien osalta.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden vikatietokannoista. Toistaiseksi tunnuslukua on seurattu Olkiluodon laitoksen osalta. Luvanhaltija on toimittanut tiedot Excel-tiedostona, josta yhteisviat on analysoitu. Loviisan laitoksen osalta menettely muodostetaan vasta menetelmäkehitykseen tähtäävän yhteisvikatutkimuksen valmistuttua.

Tarkoitus

Tunnusluku antaa kuvan teknisten yhteisvikojen määrästä. Toiminnon estävällä yhteisviolla ei tarkoiteta pelkästään turvallisuustoimintoon liittyvää epäonnistumista, vaan laskennassa ovat mukana kaikki järjestelmät. Tunnusluvun perusteella ei näin ollen pidä tehdä johtopäätöksiä yhteisvikojen turvallisuusmerkityksestä.

Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Jukka Kupila

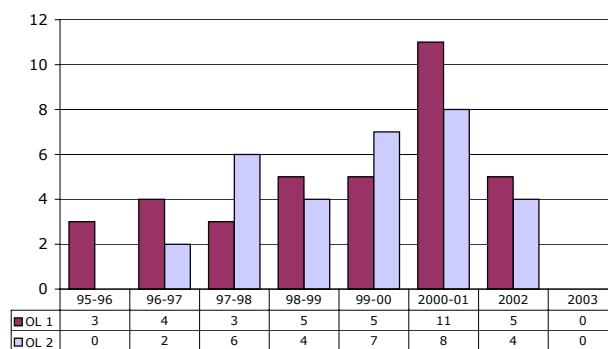
Tunnusluvun tulkinta

Tunnuslukua ei määritetty vuonna 2004.

Vuonna 2003 tunnuslukualueeseen luokiteltavia yhteisvikoja ei tehdyn analyysin mukaan ollut kummallakaan Olkiluodon laitosyksiköllä.

Käyttöjaksolla 2001–2002 tunnuslukualueeseen luokiteltujen yhteisvikojen lukumäärä puoliintui edelliseen käyttöjaksoon verrattuna kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä ja yhteensä niitä oli 9. Näistä merkittävimpiä olivat paloilmajärjestelmän likaantumisongelma sekä tehölähdeongelma, jotka laskettiin erillisinä yhteisvikoina kummallekin laitosyksikölle.

Toiminnan estäneiden yhteisvikojen määrä, Olkiluoto



A.I.1f Potentiaaliset yhteisviat

Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan teknisistä syistä johduneiden potentiaalisten yhteisvikojen määrää. Tarkasteltavina olevat yhteisviat ovat sellaisia, että ne eivät ole vaikuttaneet laitteen tai järjestelmän toimintaan, mutta joilla on vaikutusta laitteen tai järjestelmän toiminnan luotettavuuteen (mm. ikääntymisilmiöt, kuluminen, korroosio).

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden vikatietokannoista. Toistaiseksi tunnusluku on ollut seurattavissa vain Olkiluodon osalta. Luvanhaltija on toimittanut tiedot Excel-tiedostona, josta yhteisviat on analysoitu. Loviisan osalta menettely muodostetaan vasta menetelmäkehitykseen tähtäävän yhteisvikatutkimuksen valmistuttua.

Tarkoitus

Tunnusluku toimii ennakkoivana merkinä sellaisille vioille, joista olisi voinut kehittyä laitteen tai järjestelmän toiminnan estävä vika.

Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Jukka Kupila

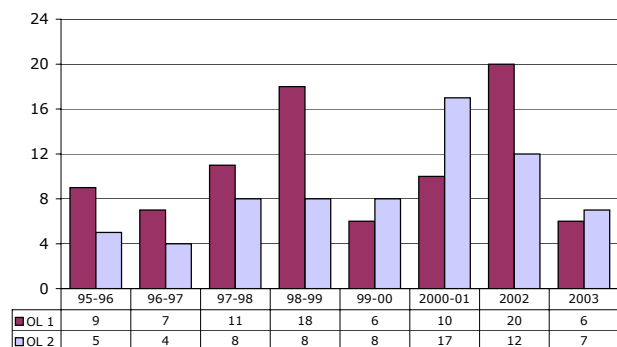
Tunnusluvun tulkinta

Tunnuslukua ei määritetty vuonna 2004.

Tunnuslukuun luokiteltavien potentiaalisten yhteisvikojen määrä väheni tulkintalinjan muutoksesta johtuen vuonna 2003 kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä. Merkittävimpänä ongelmana olivat turvallisuudelle tärkeiden pumpujen alustojen betonivalussa olleet virheet, jotka paljastuivat vasta nyt (vrt. tunnusluvut A.I.1a ja A.I.3).

Merkittävimpänä ongelmana vuonna 2002 oli merivesipuolella esiintynyt putkiston kumioinnin ”pallukointi”. Tunnuslukuun kasvattavasti vaikuttivat tuolloin myös päähöyrylinjojen eristysventtiilien poksivuodot. Lisäksi vikatapauksiin sisältyi lämmönvaihtimien likaantumisia, venttiilien vuotoja ja mittausten vikoja.

Potentiaalisten yhteisvikojen määrä, Olkiluoto



A.1.1g Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset

Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan laitoksen vioista aiheutuneiden tuotannonmenetysten osuutta nimellistuotannosta (brutto).

Tiedot

Tiedot tunnuslukuun saadaan voimayhtiöiden kuukausi- ja neljännesvuosiraporteista.

Tarkoitus

Tunnusluvun avulla seurataan vikojen merkitystä laitoksen tuotannon kannalta.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Timo Eurasto

Tunnusluvun tulkinta

Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset ovat olleet sekä Loviisan että Olkiluodon laitosyksiköillä suhteellisen pienet.

Loviisa 2:n vuoden 1997 tavanomaisesta poikkeava tunnuslukuarvo johtuu vajaan viikon mittaisesta seisokista primääripiirin vuodon korjaamiseksi ja vuoden 2003 poikkeava arvo laitosyksikön toisen generaattorin staattorin vaihtotyöstä, joka kesti noin 41 vuorokautta aiheuttaen 2,6 %:n tuotannonmenetyksen.

Vuonna 2004 vioista johtuvat tuotannonmenetykset pysyivät Loviisan laitoksella pieninä, vaikka Loviisa 1:llä sattui ensimmäisellä vuosineljänneksellä anturiviasta johtuva pääkiertopumpun pysähtyminen. Loviisa 1:llä oli myös reaktorin suojausjärjestelmän (SUZ) vikojen aiheuttamia tehonalennuksia ja reaktoripikasulku. Loviisa 2:lla tuotannonmenetykset johtuivat turbiinin säätäjä-

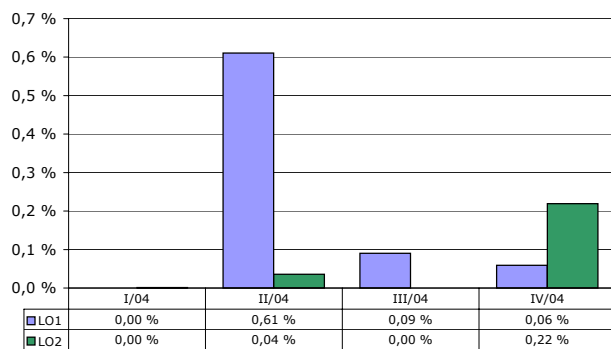
häiriöistä, turpiinipikasulusta ja häiriöiden korjaamisen vaatimista turpiinien pysäytyksistä. Lisäksi Loviisa 2 ajettiin käynnistystilaan 20.10.2004 sekundääripiirin syöttövesilinjan takaiskuventtiilin kansitiivisteen vuodon väliaikaista korjaus varten. Laitosyksikkö oli myös hetken puolella teholla syöttövesilinjan virtausmittauksen (RL74F01) impulssiputken vuodon korjaamiseksi.

Olkiluodon laitosyksiköillä vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset olivat vuonna 2004 korkeammat kuin viime vuosina keskimäärin. Viat eivät kohdistuneet yksinomaan tiettyihin laitteisiin, järjestelmiin tai tekniikan alaan, eivätkä viat olleet luonteeltaan mitenkään poikkeuksellisia.

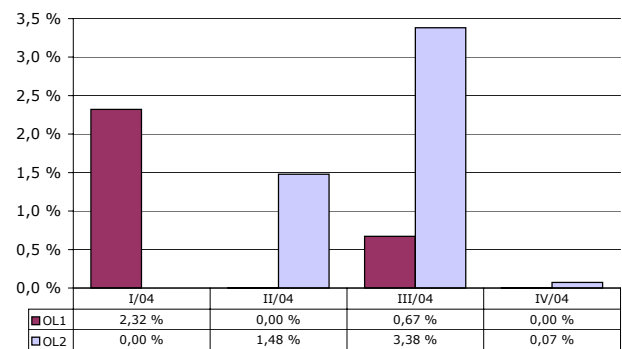
Olkiluoto 1:n 0,78 %:n tuotannonmenetykseen vaikutti 314V21 venttiilin asennonosoittimen vika, jonka korjausta varten laitos ajettiin kuumaseisokkiin. Korjausseisokin jälkeisessä ylösajossa sulkeutui yksi päähöyrylinjan sisempi eristysventtiili aiheuttomasti ja puolestaan sen korjaamiseksi laitos ajettiin kylmään seisokkiin. Lisäksi kolmannella neljänneksellä tuotannonmenetystä aiheutui generaattorin jäähdytysjärjestelmän varoventtiilin avautumisesta ja siitä aiheutuneesta turbiinipikasulusta.

Olkiluoto 2 laitosyksiköllä vioista johtunut tuotannonmenetys vuonna 2004 oli 1,2 %. Merkittävin syy tuotannonmenetyksiin oli pääkiertopumpun P5 eristevastuksen heikkeneminen ja lopulta oikosulku, minkä johdosta laitoksen tehoa rajoitettiin toisella vuosineljänneksellä. Kolmannella neljänneksellä Olkiluoto 2:n tuotannonmenetys aiheutui generaattorin jäähdytysjärjestelmän korjauksesta ja lauhduttimen merivesivuodon korjauksesta. Lisäksi loppuvuodesta menetettiin hieman Olkiluoto 2:n tuotantoa polttoainevuodon paikallistamisessa.

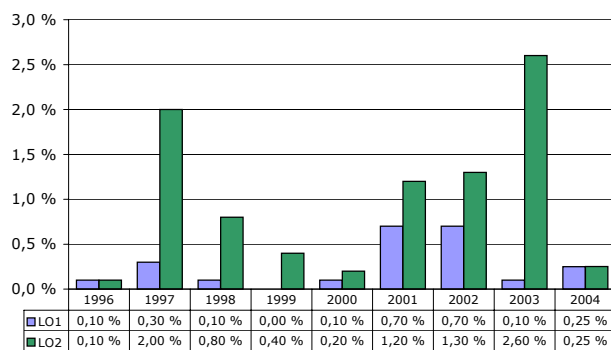
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Loviisa



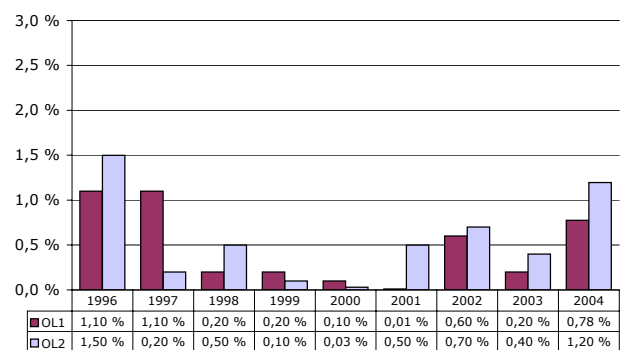
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Olkiluoto



Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Loviisa



Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Olkiluoto



A.1.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan STUKin myöntämien turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) poikkeuslupien määrää ja TTKE:n vastaisten laitostilanteiden määrää.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuun kerätään voimayhtiöiden poikkeuslupahakemuksista ja tapahtumaraportteista.

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan voimayhtiöiden turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaista toimintaa: TTKE:n noudattamista sekä tunnistettuja tarvetilanteita poiketa TTKE:sta, josta voidaan tehdä johdopäätöksiä myös TTKE:n asianmukaisuudesta.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Timo Eurasto

Tunnusluvun tulkinta

TTKE:n vastaisten laitostilanteiden määrä oli vuonna 2004 alhainen sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla.

Loviisan laitoksella oli vuonna 2004 kaksi TTKE:n vastaista laitostilannetta. Toisella vuosineljänneksellä Loviisa 2:lla todettiin TTKE:n vastainen tilanne, kun turbiinien lauhduttimi-

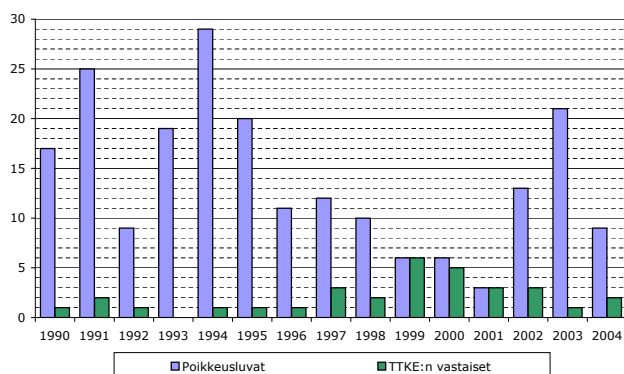
en pääejektorien ulospuhalluslinjojen poistokaasujen aktiivisuusmittaukset 20SD30R001 ja 20SD70R001 olivat käyttökunnottomia suunnitteluvirheen johdosta. Mittaukset oli uusittu viime kesänä MONU-projektin yhteydessä. Toinen TTKE:n vastainen tilanne oli Loviisa 2:n vuosihuollon aikana kylmäseisokissa tapahtunut lyhytaikainen häiriö reaktorin jälkilämmönpoistossa (VF60).

Olkiluodon laitoksella oli vuonna 2004 vain yksi TTKE:n vastainen tilanne. Se koski reaktorin suojausjärjestelmän 516 lauhteen johtokykyä valvovan osaehdon M2(B) ohittamista TTKE:n vastaisesti varoventtiilin ennakkuhuoltotarkastuksen turvatoimena Olkiluodon laitoksen molemmilla yksiköillä.

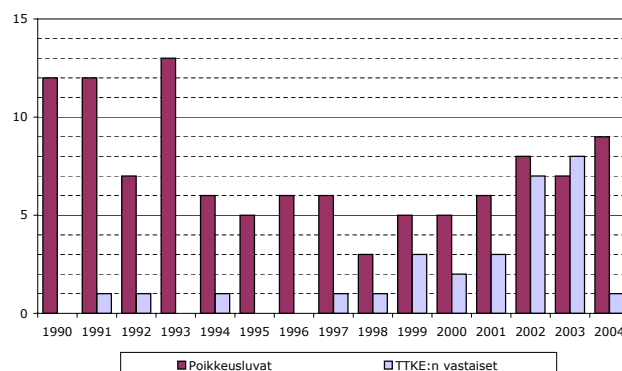
Myönnettyjen TTKE-poikkeuslupien määrä Loviisan voimalaitoksella laski vuonna 2004 viime vuodelta tasolle, yhdeksän poikkeuslupaa, mikä vastaa pitkän ajan keskiarvoa. Loviisan laitokselle myönnetty poikkeusluvista viisi kohdistui muut- ja parannustöiden aiheuttamaan tarpeeseen poiketa turvallisuusteknistä käyttöehdoista.

Olkiluodon laitokselle myönnettyjen TTKE-poikkeuslupien määrä oli myös yhdeksän, mikä on hieman korkeampi kuin edellisenä vuonna. Uuden laitossyksikön rakentamiseen kohdistui viisi poikkeuslupaa, mikä on huomattava määrä kun rakennustöitä ei ole edes aloitettu. Käyvien laitossyksiköiden parannustöihin kohdistui yksi poikkeuslupa samoin kuin korjaustöihin. Työohjeisiin tai -menettelyihin kohdistui kaksi poikkeuslupaa.

Poikkeamat TTKE:sta, Loviisa



Poikkeamat TTKE:sta, Olkiluoto



A.1.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyttä laitosyksikkökohtaisesti. Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla seurataan suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää (322), apusyöttövesijärjestelmää (327) ja varavoimadieselgeneraattoreita (651...656) ja Loviisan voimalaitoksella seurataan korkeapaineista hätäsisävesijärjestelmää (TJ), hätäsyöttövesijärjestelmää (RL92/93, RL94/97) ja varavoimadieselgeneraattoreita (EY).

Pääpiirteissään tunnuslukuna lasketaan järjestelmän epäkäytettävyysajan ja käytettävyysvaatimuksena olevan ajan suhdetta. Epäkäytettävyysaika on rinnakkaisten osajärjestelmien yhteenlaskettu epäkäytettävyysaika jaettuna osajärjestelmien lukumäärällä. Se ei kerro, onko useita osajärjestelmiä ollut samaan aikaan pois käytöstä. Osajärjestelmän epäkäytettävyysaikaan lasketaan laitteiden suunnitellun huollon vaatima aika sekä vikojen aiheuttama epäkäytettävyysaika. Jälkimmäiseen sisältyy korjausajan lisäksi arvioitu epäkäytettävyysaika ennen vian paljastumista. Arvioitaessa vian syntyneen edellisessä onnistuneessa koestuksessa mutta jääneen huomaamatta, epäkäytettävyteen lisätään määraikaiskoestusten välinen aika. Jos vikautuminen on tapahtunut koestusten välisenä aikana niin, ettei sen tapahtumisajankohtaa tunneta, lisätään epäkäytettävyteen puolet koestusten välisestä ajasta. Kun vian synty pystytään tunnistamaan käyttö-, huolto- tai koestustoimenpiteeseen tai muuhun tapahtumaan, niin epäkäytettävyteen lisätään tapahtuman ja vian havaitsemisen välinen aika.

Käytettävyysvaatimusaikana laskennassa 322, 327, TJ- ja RL-järjestelmillä on laitoksen vuotuiset kriittisyystunnit ja dieselien osalta käytettävyysvaatimus on jatkuva eli vuotuiset tuntimäärät.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijan edustajat toimittavat tunnuslukuihin tarvittavat tiedot STUKin vastuuhenkilöille.

Tarkoitus

Tunnusluku antaa kuvan turvajärjestelmien epäkäytettävydestä. Tunnusluvun avulla on mahdol-

lisuus valvoa turvallisuusjärjestelmien kuntoa ja sen kehittymistä.

Vastuutoimisto ja -henkilöt

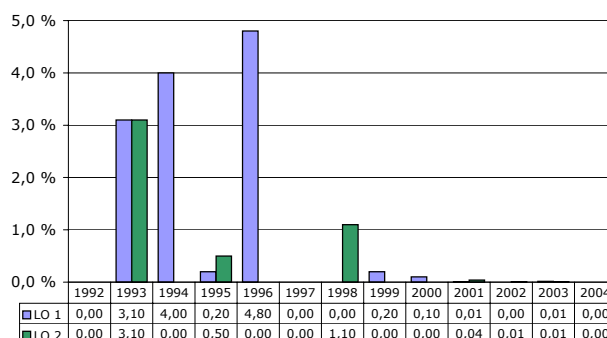
Turvallisuuden hallinta (TUR),

paikallistarkastajat

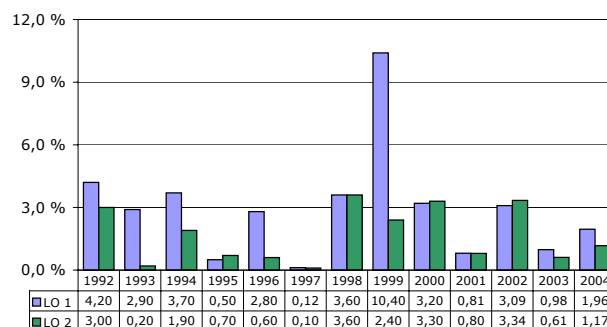
Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Kosi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

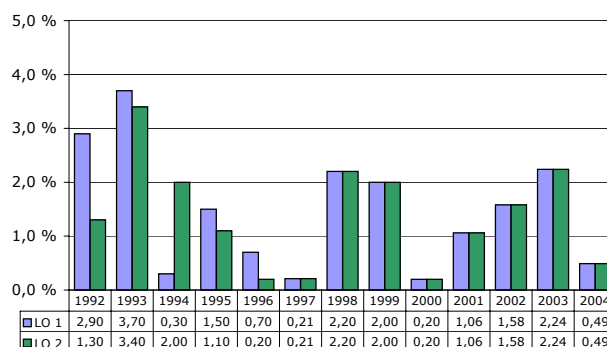
Korkeapaineisen hätäsisävesijärjestelmän (TJ) epäkäytettävyys, Loviisa



Hätäsyöttövesijärjestelmän (RL92/93, RL94/97) epäkäytettävyys, Loviisa



Dieseleiden (EY) epäkäytettävyys, Loviisa



Tunnusluvun tulkinta

Tunnuslukujärjestelmään valittujen turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävydet ovat olleet hyväksyttävän alhaisella tasolla Loviisan laitoksen varavoimadieseleiden käyttökunnottomuutta kolmena aikaisempana vuonna osoittavaa kehityssuuntaa lukuun ottamatta.

Vuoden 2004 alkupuoliskolla Loviisan voimalaitoksen varavoimadieseleiden käyttökunnottomuutta kuvaava indeksi osoitti epäkäytettävyystason olevan edelleen nousussa. STUK selvitti varavoimadieseleiden käyttökunnottomuuteen vaikuttaneita tekijöitä ja pyysi laitosta selvittämään WANO-tunnuslukunsa oikeellisuutta sekä minkä tyyppiset viat tai puutteet ovat aiheuttaneet varavoimadieselien epäkäytettävyttä.

Loviisan laitoksen mukaan valtaosa epäkäytettyyksistä aiheutui dieseleiden tahdistusongelmista, joiden syynä olivat elektroniikkakorttien viat ja säätöservon vajaa toiminta. Aiheuttajien selvittyä, on mittaustekniikkaa kehitetty tiettyjen vikojen nopeaan selvittämiseen. Myös säätöpiirin tarkastusta huoltotapahtumien aikana on tehostettu, joten epäkäytettyyksien oletetaan pienenevät. Toisena suurena ryhmänä ovat käyttökunnottomuuksissa olleet käynnistysilmajärjestelmän huollot ja viat. Ylläpito-ohjelmaan on tehty muutos niin, että kaikki ennakkohuoltoluontoiset työt tehdään vuosihuoltojen aikana aiempien käytön aikaisten töiden sijasta. Lisäksi epäkäytettyyttä on aiheutunut sekalaisesta joukosta dieseleiden korjaus- ja huoltotöitä. Osa korjaustöistä on ollut ns. piileviä vikoja. Tyypillisiä ovat olleet: voitelujärjestelmän vuodot, vanhenevat tiivisteet, solenoidien käämikatkokset ja moottorin tärinän aiheuttamat putkistojen väsymismurtumat. STUK havaitsi omissa selvityksissään, että dieselin toimintakunnottomuusaikojen laskennassa oli myös tapahtunut virheitä, jotka ovat olleet laskennassa jo noin kahden vuoden ajan. Myös vikojen vaikutuksen arvioinnissa on ollut virheellisyksiä. Virheet on nyt korjattu ja Loviisan varavoimadieseleiden käyttökunnottomuutta kuvaava tunnusluvun arvo laski vuoden 2004 osalta vuotta 2001 edeltävälle tasolle.

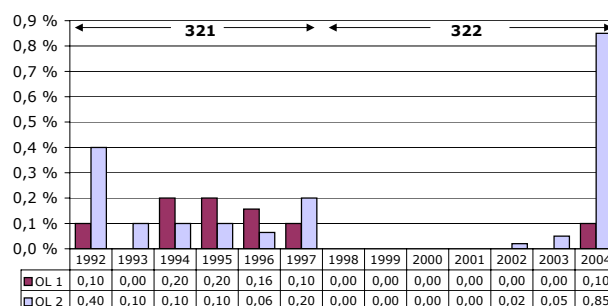
Olkiluodon varavoimadieseleiden epäkäytettyyttä kuvaava tunnusluku oli vuonna 2004 yli 20-kertainen vuoden 2003 arvoon verrattuna, jolloin epäkäytettävyys oli hyvin pieni. Vuoden 2004 tunnusluku on identtinen vuoden 2002 tunnusluvun

kanssa. Varavoimadieseleiden määräaikauskokeissa tapahtui mm. dieseleiden pysähtymisiä, mitkä johtuivat raja-arvokorttien vioista, tai relevioista aiheutuneita tehonsäätöongelmia.

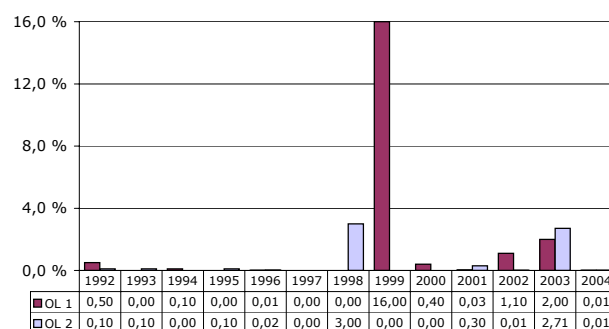
Olkiluoto 2:n suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän (322) epäkäytettävyys osoitti edelleen kasvua vuodesta 2003 johtuen järjestelmän pumppujen tärinäongelmista. Pumppujen betonialustoja jouduttiin injektoimaan alkuperäisten betonivalujen osoittautuessa puutteellisiksi (vrt. tunnusluku A.I.1a). Myös vuoden 2004 toisella neljänneksellä järjestelmän määräaikauskokeessa saatiin venttiililtä 322 V207 kytkinlaitosvika, mikä johtui vääristä sulakkeista ko. kohteessa

Olkiluodon apusyöttövesijärjestelmän (327) epäkäytettävyys laski vuoden 2003 arvoista kummallakin laitosyksiköllä normaalille matalalle tasolle.

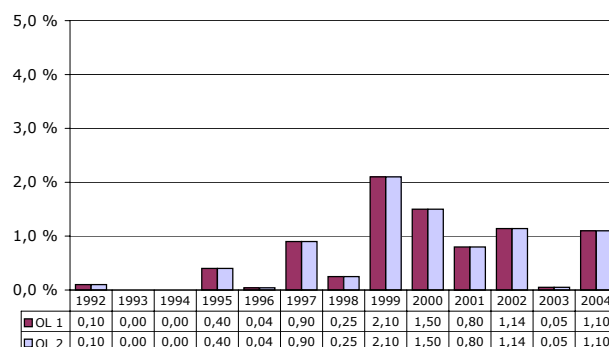
Sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän (321) ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän (322) epäkäytettävyys, Olkiluoto



Apusyöttövesijärjestelmän (327) epäkäytettävyys, Olkiluoto



Dieseleiden epäkäytettävyys (651...656), Olkiluoto



A.1.4 Säteilyaltistus

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan kollektiivista säteilyaltistusta laitospaikkakohtaisesti sekä laitousyksikökohtaisesti ja kymmenen suurimman vuosittaisen säteilyaltistuksen keskiarvoa.

Tiedot

Tiedot kollektiivisen säteilyaltistuksen osalta saadaan neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. Tiedot henkilökohtaisista säteilyannoksista saadaan valtakunnallisesta annosrekisteristä.

Tarkoitus

Tunnusluvuilla valvotaan ja seurataan työntekijöiden säteilyaltistusta. Lisäksi seurataan STUKin YVL-ohjeen mukaista kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvon noudattamista yhdellä laitousyksiköllä kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona. Raja-arvo, 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden, merkitsee yhdelle Loviisan laitousyksikölle 1,22 manSv säteilyannosta ja yhdelle Olkiluodon laitousyksikölle 2,10 manSv säteilyannosta. Kollektiiviset säteilyannokset kuvaavat laitoksen ALARA-ohjelman onnistumista. Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo antaa kuvan siitä, kuinka lähellä 20 mSv:n annosrajoitetta ydinvoimalaitostyöntekijöiden henkilökohtaiset annokset ovat kuvaten samalla laitoksen säteilysuojelusta vastaavan yksikön toiminnan tehokkuutta.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Säteilysuojelu (SÄT)

Suvi Ristonmaa

Tunnusluvun tulkinta

Tunnuslukujen perusteella säteilyannoksissa ei ole tapahtunut merkittävää muutosta edellisvuosiin verrattuna. Säteilyannokset kertyvät pääasiassa seisokeissa tehdyistä töistä, joten vuosihuoltosokkien pituus ja säteilysuojelullisesti merkittävien töiden määrä vaikuttavat vuosittaisiin säteilyannoksiin.

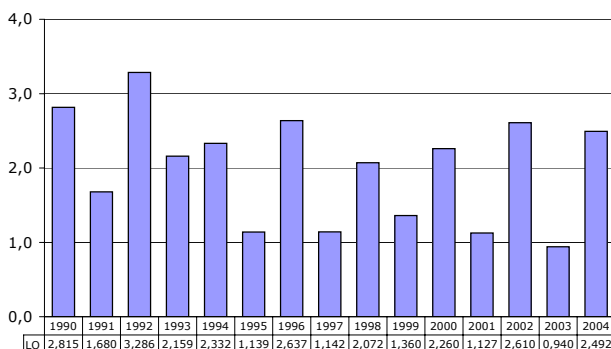
Työntekijöiden säteilyannokset alittivat henkilökohtaiset annosrajat sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla. Säteilyasetuksen (1512/1991) mukaan säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv.

Vuoden 2004 kollektiivinen säteilyannos oli Loviisan laitousyksiköillä yhteensä 2,492 manSv ja Olkiluodossa 1,512 manSv. Annokset olivat edellisvuotta hieman korkeammat. Kymmenen suurimman säteilyaltistuksen keskiarvo oli Loviisassa 14,93 mSv ja Olkiluodossa 7,96 mSv.

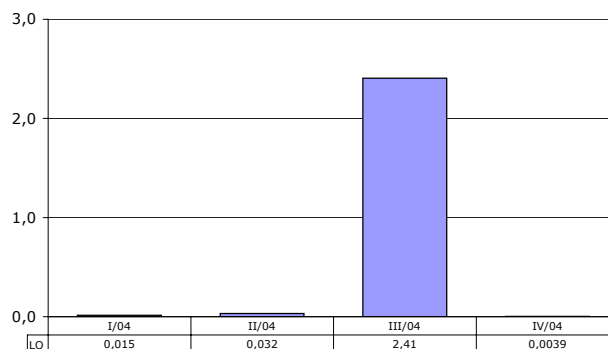
Jos yhdellä laitousyksiköllä henkilökunnan kollektiivinen säteilyannos kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona ylittää arvon 2,5 manSv yhden GW:n nettosähkötehoa kohden, niin voimayhtiön tulee raportoida ylittämisen syyt sekä sen vuoksi mahdollisesti tarpeelliset säteilyturvallisuuden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet STUKille (ohje YVL 7.9).

Kollektiivisen säteilyannoksen raportointiraja ylittyi Loviisa 1:llä vuonna 2004. Se on ylittynyt muutaman kerran aikaisemminkin: Loviisa 1:llä vuosina 2000, 1996 ja 1992 sekä Loviisa 2:lla vuonna 1994. Syynä ovat olleet tavanomaista suuremmat kollektiiviset säteilyannokset. Kyseisinä

Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Loviisa



Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Loviisa



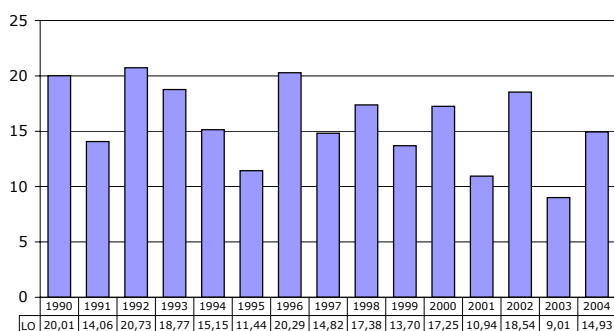
vuosina oli pitkät vuosihuoltoseisokit, joiden aikana tehtiin säteilyaltistuksen kannalta merkittäviä töitä. Loviisa 1:n vuosihoitoseisokissa 2000 tehtiin mm. vakaviin onnettomuuksiin varautumista koskevaan hankkeeseen (SAM-projekti) liittyviä töitä ja kahden höyrystimen syöttöveden jakoputken vaihtotyöt. Vuosihoitoseisokin 1996 aikana tehtiin Loviisa 1:n reaktoripaineastian hehkutus sekä laajoja modernisointi-, huolto ja tarkastustöitä. Vuosihoitoseisokin 1992 aikana tehtiin Loviisa 1:n pääsulkuventtiilien tarkastuksia ja korjauksia sekä höyrystimen ulospuhallusjärjestelmän putkiston vaihtotyö. Loviisa 1:n vuosihoitoseisokissa vuonna 2004 säteilyannosta kertyi arvioitua enemmän mm. reaktoritöistä sekä eristystöistä.

Loviisa 2:n vuosihoitoseisokin 1994 alussa suoritettiin koko primääripiirin käsittävä dekontaminointi kohonneiden säteilytasojen vuoksi. Vuosihoitoseisokkiin oli siirretty laitossykön

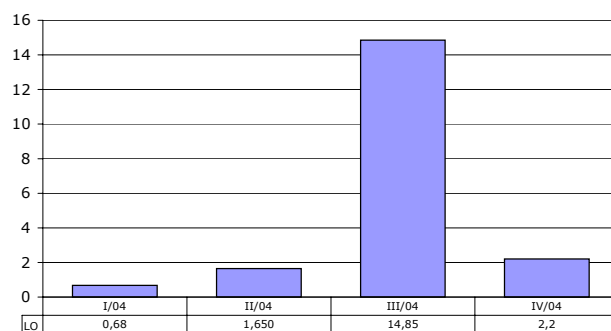
aiemmin suoritettavaksi tarkoitettuja töitä, joista seisokissa aiheutui kaikkiaan 1,53 mSv kollektiivinen annos. Dekontaminoinnin ansiosta arvioitiin säästetyn kollektiivisen annoksen arvoksi 8 manSv. Itse dekontaminointiin osallistuneiden kollektiivinen säteilyannos oli pieni, 15,3 manmSv.

Loviisan voimalaitoksen vuosihoitot on jaotettu siten, että tarkastukset ja isoimmat huoltotyöt ajoittuvat neljän vuoden välein pidettäviin pitempiin vuosihoitoihin. Kyseisten vuosihoitosten aikana kertyy myös enemmän säteilyannosta ja tehdään enemmän säteilyaltistuksen kannalta merkittäviä töitä. Vuosihoitosten nelivuotisjakson vuoksi Loviisan voimalaitos on aloittanut seuraamaan laitossyköittäin kollektiivisen säteilyannoksen neljän vuoden liukuvaa keskiarvoa. Voimalaitoksen tavoitteena on, että kyseinen trendi on laskeva.

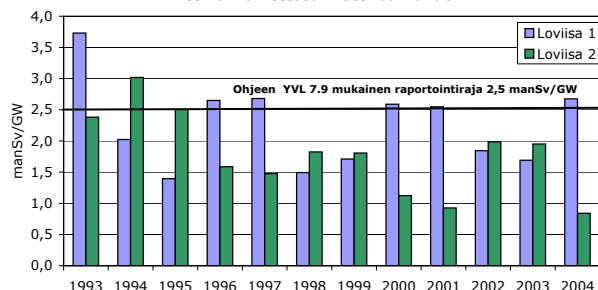
Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv),
Loviisa



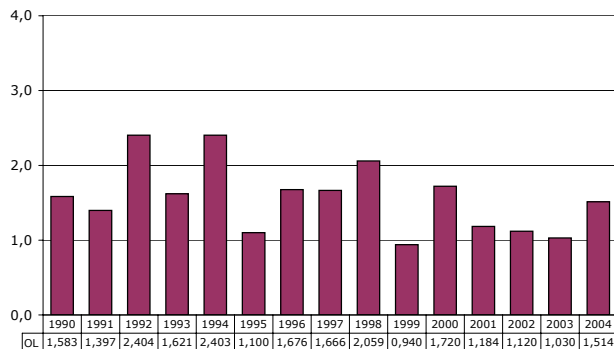
Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv),
Loviisa



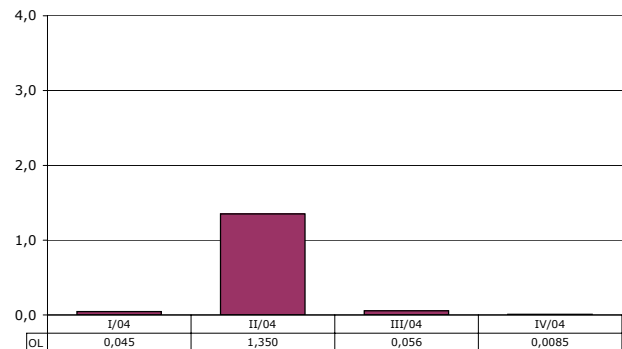
Loviisa 1 ja 2
kahden peräkkäisen vuoden kollektiivisten annosten
keskiarvo nettosähkötehoa kohden



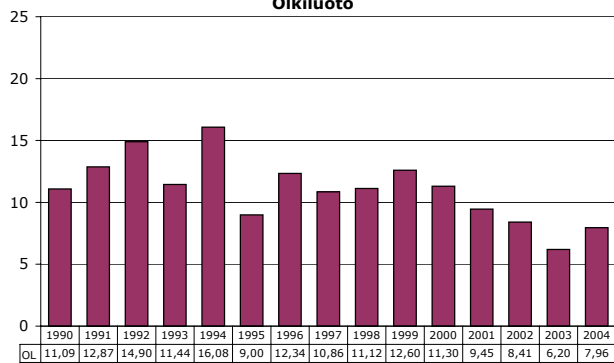
Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Olkiluoto



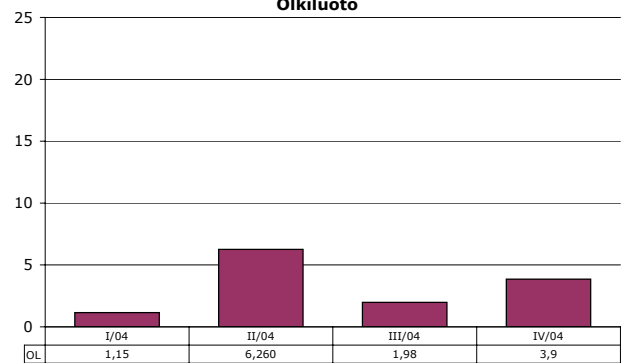
Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Olkiluoto



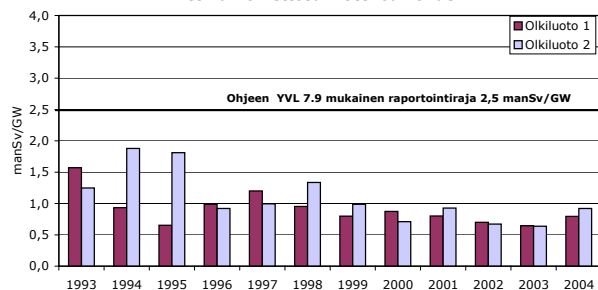
Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Olkiluoto



Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Olkiluoto



Olkiluoto 1 ja 2 kahden peräkkäisen vuoden kollektiivisten annosten keskiarvo nettosähkötehoa kohden



A.1.5 Päästöt

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitosten radioaktiivisia vesistö- ja ilmapäästöjä (TBq) ja niiden perusteella laskettua ympäristön altistuneimman henkilön saamaa annosta.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. STUKin tutkimus- ja ympäristövalvontaosasto (TKO) laskee ympäristön altistuneimman henkilön laskennallisen annoksen ja toimittaa sen tunnusluvun vastuuhenkilölle.

Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan radioaktiivisten päästöjen määrää ja kehittymistä sekä arvioidaan muutoxin vaikuttaneita syitä.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Säteilysuojelu (SÄT), Suvi Ristonmaa
(päästötiedot)

Tutkimus- ja ympäristövalvontaosasto (TKO),
Ydinvoimalaitosten ympäristö (YVL)
Seppo Klemola (annoslaskenta)

Tunnusluvun tulkinta (päästöt ilmaan)

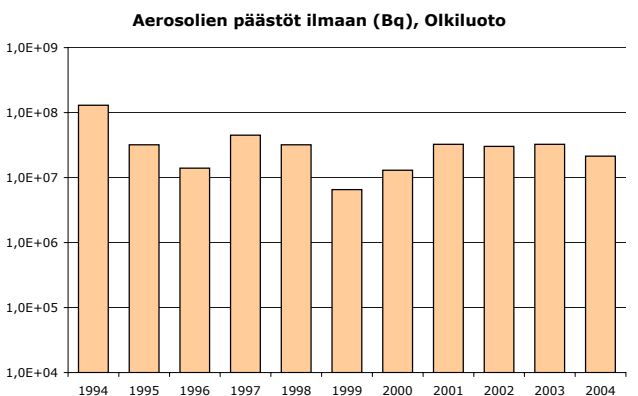
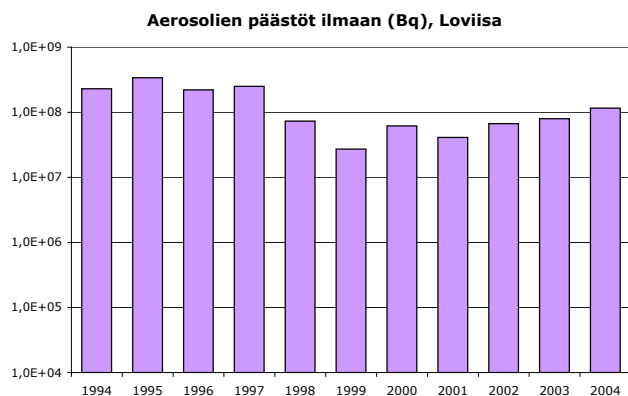
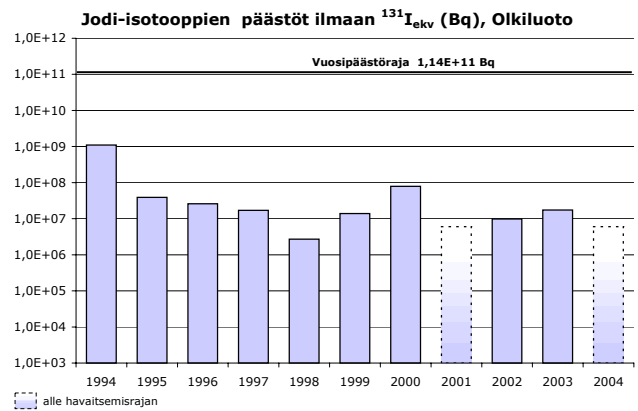
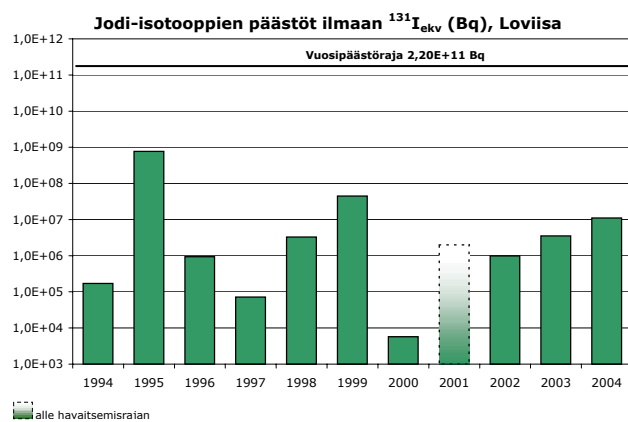
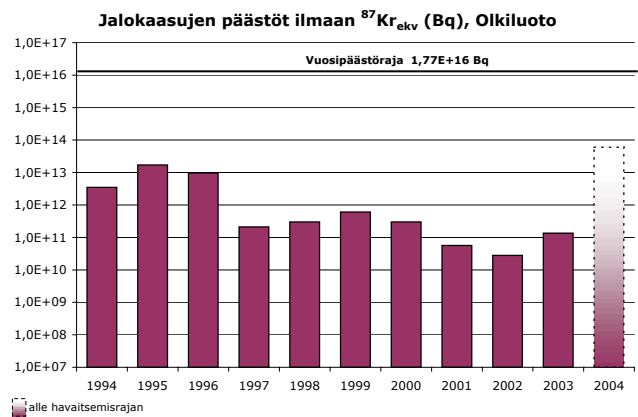
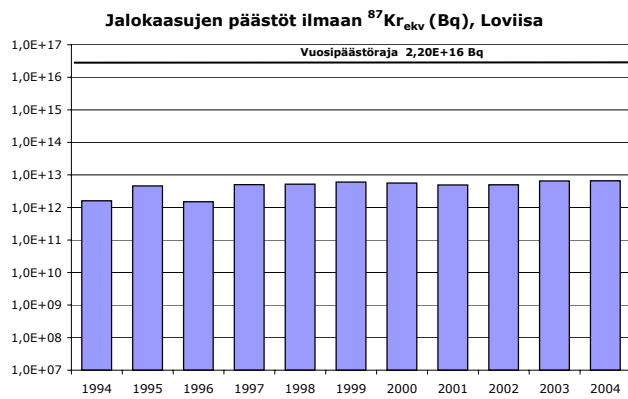
Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat vuonna 2004 pienet. Ne alittavat selvästi asetetut päästöraajat.

Kaasumaiset fissiotuotteet, jalokaasu- ja jodiisotoopit, ovat peräisin vuotavista polttoainesauvoista, polttoaineen suojakuorten ulkopinnoille valmistusvaiheessa jääneestä vähäisestä uraanista ja aikaisempien polttoainevuotojen aiheuttamasta reaktorin pintakontaminaatiosta. Sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla polttoainevuotojen määrät ovat olleet hyvin pienet. Trendikuvissa näkyy jodipäästön ja polttoainevuotojen (tunnusluvut A.III.1) välinen riippuvuus.

Olkiluodon voimalaitoksen jalokaasu- ja jodipäästöt ilmaan olivat alle havaitsemisrajan vuonna 2004. Loviisan voimalaitoksen jalokaasupäästöissä hallitsevana on argon 41. Se on reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote.

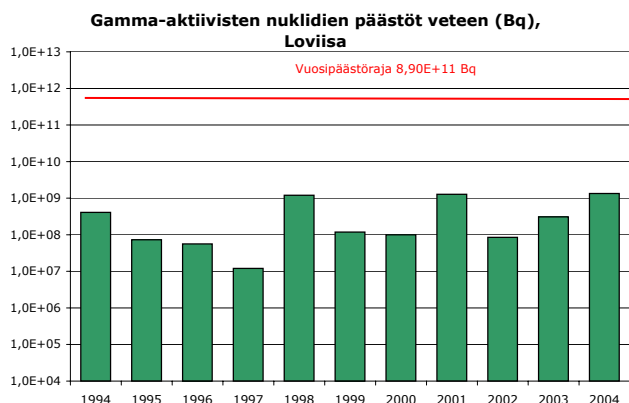
Loviisan voimalaitoksen jodi- ja aerosolipäästöt ovat olleet pienessä nousussa vuodesta 2001 lähtien. Olkiluodon laitoksen aerosolipäästöt olivat samaa suuruusluokkaa kuin edeltävinä vuosina. Aerosolinuklideja (mm. aktivoituneita korroosiotuotteita) vapautuu mm. huoltotöiden yhteydessä.

Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pienet. Ne alittavat selvästi asetetut päästöraajat.



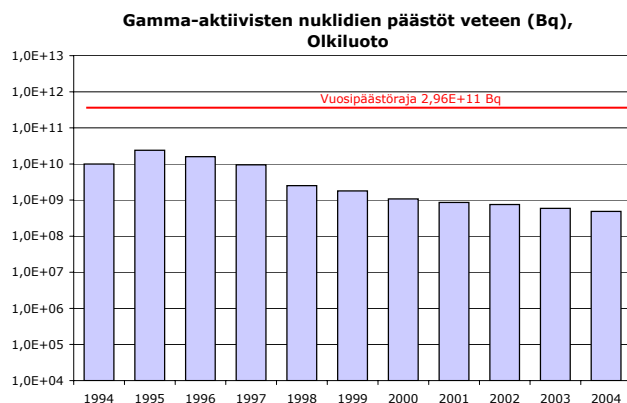
Tunnusluvun tulkinta (päästöt mereen)

Loviisan voimalaitoksen päästöt mereen pienentyivät nykytasolleen kesiumerotuslaitteiston käyttöönoton jälkeen vuonna 1992. Loviisan voimalaitos teki varastoidun, selkeytetyn matala-aktiivisen jäteveden hallitun uloslaskun mereen loppuvuodesta 2004. Tämän vuoksi Loviisan päästöt mereen olivat edellistä vuotta hieman suurempia.



Edellisen kerran vastaavat päästöt tehtiin vuosina 1998 ja 2001. Ne näkyvät trendikuvassa kerta-luokkaa suurempina päästöarvoina.

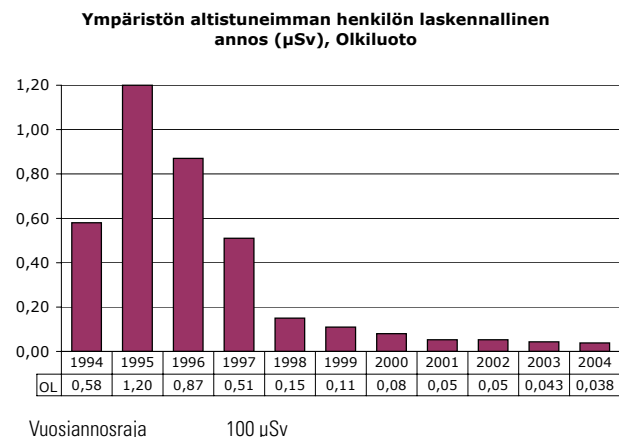
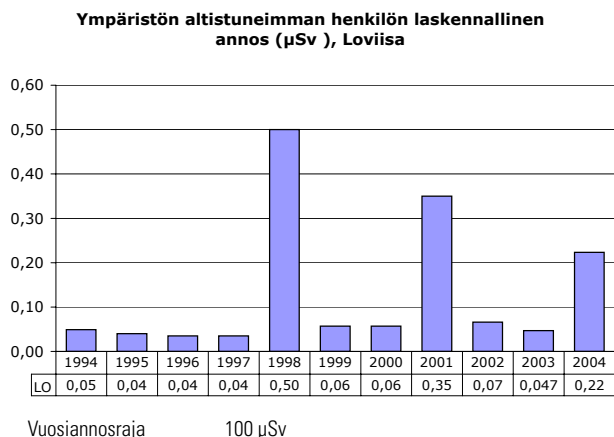
Olkiluodon ydinvoimalaitoksen päästöt mereen pienentyivät nykytasolleen vuonna 1998, kun laitos otti käyttöön uusia prosessivesien puhdistus- ja käsittelylaitteistoja, jotka mahdollistavat jäteveden kierrätyksen takaisin prosesseihin.

**Tunnusluvun tulkinta (päästöistä aiheutuva laskennallinen säteilyannos)**

Ydinvoimalaitosten päästöistä aiheutunut ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli Olkiluodossa samaa suuruusluokkaa kuin edeltävinä vuosina. Loviisan ympäristössä altistuneimman henkilön laskennalliseen annokseen

vaikutti matala-aktiivisen haihdutusjätteen suunniteltu lasku mereen.

Molempien laitosten osalta annokset ovat alle 0,3 % valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) asetetusta rajasta 100 mikroSv (tavoite alle 1 % rajasta).



A.1.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä

Määritelmä

Tunnuslukualueella seurataan laitosmuutoksista aiheutuneita asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista ennen laitoksen käynnistämistä seuraavasta vuosihuollosta. Asiakirjat, joiden ajantasaisuutta seurataan ovat: turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE), lopullinen turvallisuusseloste (FSAR), turvallisuusluokitusasiakirjat ja -kaaviot, PSA-dokumentaatio, käyttöohjeet, kunnossapito-ohjeet ja kaaviokuvat. Tunnuslukuna seurataan toteutuneiden asiakirjamuutosten lukumäärän suhdetta tunnistettujen asiakirjamuutosten lukumäärään.

Tiedot

Tunnusluvun laskennassa tarvittavat tiedot saadaan STUKin ylläpitämästä laitosmuutosrekisteristä.

Tarkoitus

Seurataan laitoksen laadunvarmistusta ja kykyä ylläpitää laitosdokumentaatiota.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Laitoshankkeet (HAN)

Tapani Virolainen

Tunnusluvun tulkinta

Asiakirjamuutosten tunnistaminen tapahtuu Loviisan laitoksen osalta pääasiassa ennakkotarkastusaineistojen etulehtien ja koulutustiedotteiden avulla. Apuna muutosten tunnistamisessa käytetään myös Loviisan laitoksella ylläpidettävää listaa käyttöohjeistoon tarvittavista muutoksista. Olkiluodon laitoksen osalta tunnusluku perustuu muutostöiden projektinhallintajärjestelmään (PH2), josta löytyvät muutostöiden asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista kuvaavat valvontalomakkeet (AV-lomakkeet). STUK lisäksi tarkastaa asiakirjamuutosten toteutumisen kummankin laitoksen päävalvomoissa.

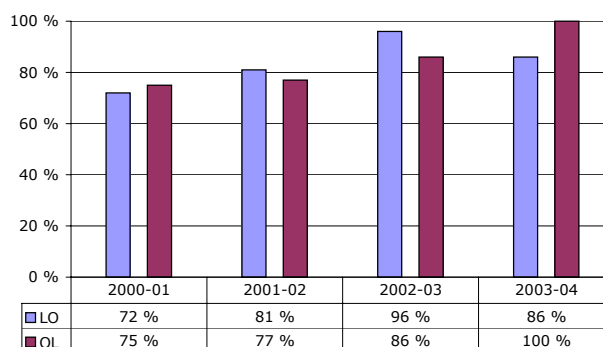
Vuonna 2004 toteutettujen muutostöiden (rekisteriin kirjatut) aiheuttamien asiakirjamuutostarpeiden toteutuma vuosihuollosta käynnistettäessä oli Loviisan laitostyöyksiköiden osalta 86 %

ja Olkiluodon laitostyöyksiköiden osalta 100 %. Tunnusluku ei sisällä vielä niiden asiakirjojen muutoksia, jotka tulee päivittää vasta seuraavaan vuosihuoltoon mennessä. Vuoden 2002 vastaavat tunnusluvut olivat Loviisassa 96 % ja Olkiluodossa 86 %. Kyseiset luvut sisältävät muutokset kaikkiin seurattaviin asiakirjoihin. Olkiluodon laitoksen parantunut tulos johtuu pääasiassa siitä, että turvallisuuden kannalta merkittäviä tai laajoja muutostöitä siellä toteutettiin vuonna 2004 vähän. Seuranta vuoden 2004 asiakirjamuutostarpeiden toteutumisen osalta keskittyi Olkiluoto 1:lle, koska Olkiluoto 2:lla ei valmistunut merkittäviä (seuratavia) muutostöitä.

Teollisuuden Voima Oy on parantanut AV-lomakkeiden käyttöä sisällyttämällä niihin yhdeksi kohdaksi myös turvallisuusluokitusasiakirjojen ja -kaavioiden päivityksen. Edellisenä vuonna arvio näiden asiakirjojen osalta perustui tunnuslukuvastaavan arvioon. AV-lomakkeiden osin puutteellisia tietoja jouduttiin lisäksi tarkentamaan Olkiluodon laitoksen muutossuunnittelun toimesta, sillä pelkkä AV-lomakkeisiin pohjautuva läpikäynti olisi Olkiluodon osalta tuottanut huomattavan heikon tuloksen.

Loviisan voimalaitoksen tulosta voidaan pitää kohtuullisena, joskin poikkeamia havaittiin enemmän kuin aiempina vuosina; yleisesti Loviisan menettelyt käyttöohjeiston, TTKE:n ja PI-kuvien päivittämiseksi ovat osoittautuneet tehokkaiksi. Mainittakoon, että toisin kuin Olkiluodossa, otetaan Loviisassa ylösajossa käyttöön ohjeiden ja PI-kuvien punakynäversioiden sijasta lopulliset hyväksytyt ohjeet, mitä vasten arviointi on myös tehty.

Laitosdokumentaation ylläpito



A.1.7 Laitoksen parantaminen

Määritelmä

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit nykyrahassa korjattuna rakennuskustannusindeksillä.

Tiedot

Luvanhaltija toimittaa tunnuslukuun tarvittavat tiedot suoraan vastuuhenkilölle.

Tarkoitus

Seurataan laitoksen ylläpitoon käytettävien investointien määrää ja investointien vaihtelua.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Laitoshankkeet (HAN)

Tapani Virolainen

Tunnusluvun tulkinta

Tunnusluvulla osoitetaan investointien suhteellinen vaihtelu. Euromääräiset summat ovat ao. yhtiöiden liike-tietoa, jota ei tässä yhteydessä julkais-ta.

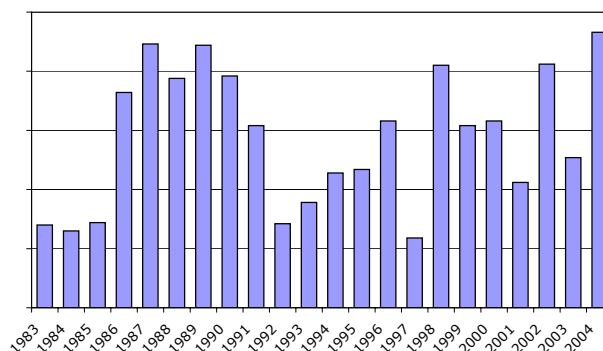
Tunnusluvun vaihtelussa näkyy selkeästi laitosten tehonkorotuksiin ja modernisointiprojek-teihin liittyvät investoinnit vuosina 1997–2000. Vuoden 2004 investoinnit osoittavat sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla kasvavaa kehityssuun-taa.

Loviisa voimalaitoksen pääinvestointeja viime vuosina ovat olleet varautuminen vakaviin reakt-ionnettomuuksiin sekä turbiinin modernisointi. Vuoden 2004 pääinvestointikohteita olivat lisäksi: kunnossapidon- ja varaosien- sekä laboratoriotieto-jen hallintajärjestelmä (LOKE4), automaation uu-distushankeen aloittaminen (rakennukset ja suunnittelu), laboratoriorakennuksen saneeraus sekä

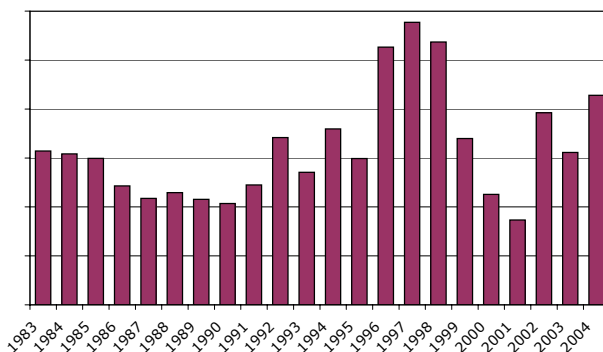
säteilymittausjärjestelmän ja henkilömonitorien uusinta (MONU ja HEMU). Kiinteytyslaitoksen investoinnit puuttuvat arvoista toistaiseksi kokoaan.

Olkiluodonvoimalaitoksen pääinvestointeja vuonna 2004 olivat: TIP neutronivuon kalibrointijärjestelmän uudistus sekä turbiinilaitoksen uusintaprojektin (TIMO) päätyöt. Viimemainitun osalta vuoden 2004 investoinnit koskivat valmisteluja ja suunnittelua koskien korkeapaineturbiini-en, välitulistimien, turbiinautomaation (TARMO) ja höyrynkuivaimen uusintaa. Merkittäviin inves-tointeihin kuului myös keskuskonttorirakennuk-sen laajennus, sekä ruokalan ja keittiön uusinta.

Investoinnit ja perusparannukset, Loviisa



Investoinnit ja perusparannukset, Olkiluoto



A.II Käyttötapahtumat

A.II.1 Tapahtumien määrä

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisen raportoitujen tapahtumien: erikoisraportoidut tapahtumat, pikasulut ja käyttöhäiriöt, lukumääriä.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin saadaan STUKin asiakirjojen hallintajärjestelmästä (YTD) ja tai TURin ylläpitämästä tapahtumien seurantataulukosta.

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan turvallisuuden kannalta tärkeiden tapahtumien määrää.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

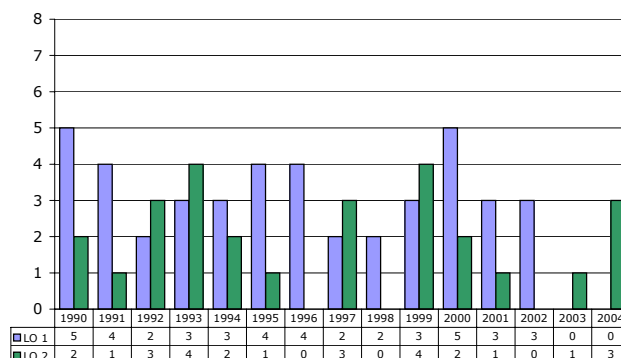
Timo Eurasto

Tunnusluvun tulkinta

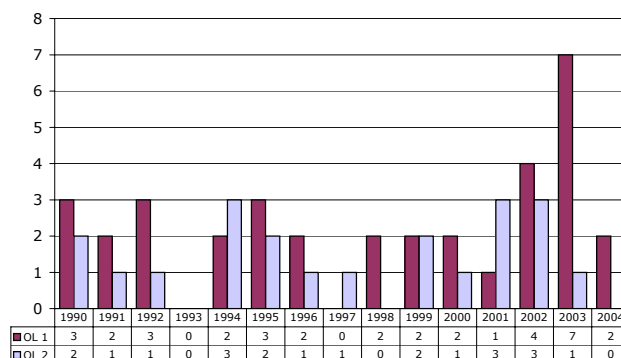
Vuonna 2004 sattui Suomen laitoksilla yhteensä 5 erikoisraportoitua tapahtumaa. Olkiluodon laitoksella erikoisraportoituja tapahtumia oli kaksi, joten niiden määrä on siellä vähentynyt kahta viime vuotta edeltäneelle tasolle. Loviisan laitoksella oli kolme erikoisraportoitavaa tapahtumaa, mikä määrä on normaalia viime vuosien keskimääräistä tasoa. Erikoisraportoituja tapahtumia olivat tunnusluvun A.I.2 yhteydessä mainitut poikkeamat

turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Lisäksi molempien laitosten käytetyn polttoaineen varastoissa sattui käytetyn polttoaineen käsittelyvirheet. Tapahtumien taustalla on vaikuttanut samankaltaisia syitä mm. muutostöiden suunnitteluvirheitä, ohjeista poikkeamista ja puutteita töiden hallinnoinnissa.

Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Loviisa



Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Olkiluoto



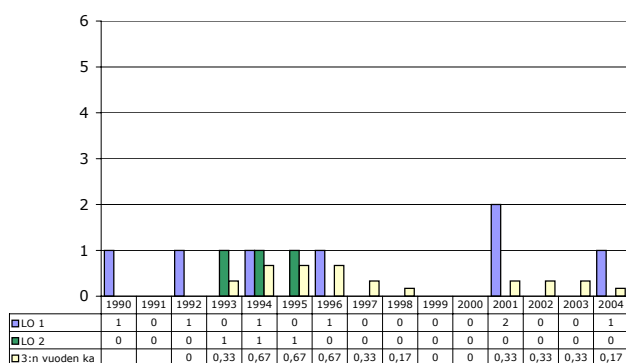
Käyttöhäiriöraportilla raportoituja tapahtumia oli vuonna 2004 Olkiluodon voimalaitoksella 6 ja Loviisan voimalaitokselta 9. Häiriöt eivät kohdistuneet erityisesti mihinkään tiettyyn järjestelmään tai yksittäiseen laitteeseen.

Kummallakin laitoksella sattui yksi reaktoripikasulku. Loviisa 1:n pikasulku johtui reaktorisuojausjärjestelmän viasta. Olkiluoto 1:llä tapahtui

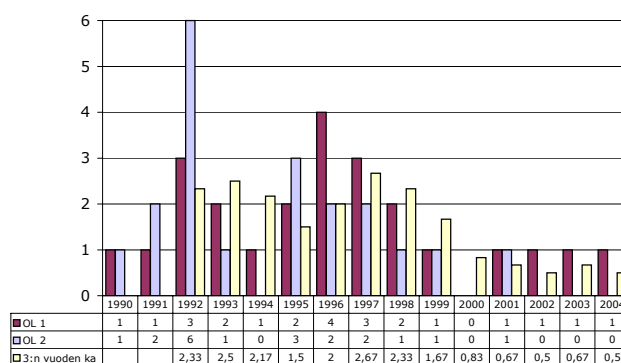
reaktoripikasulku höyrylinjan venttiilin sulkeutumisen johdosta. Sulkeutuminen aiheutui venttiilin pitomagneetin likaantumisesta.

Loviisa 1 laitosesyksiköllä sattui vuosihuollon aikana yhden henkilön kuolemaan ja kahden loukkaantumiseen johtanut sähkötyötapaturma, mistä laitoksen laatima raportti ei sisälly mihinkään em. tapahtumaraporttiluokista.

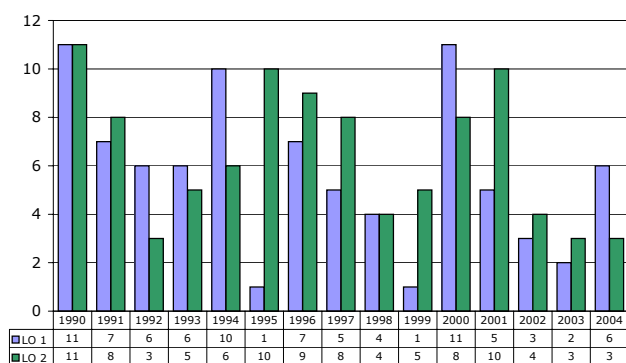
Pikasulkujen määrä, Loviisa



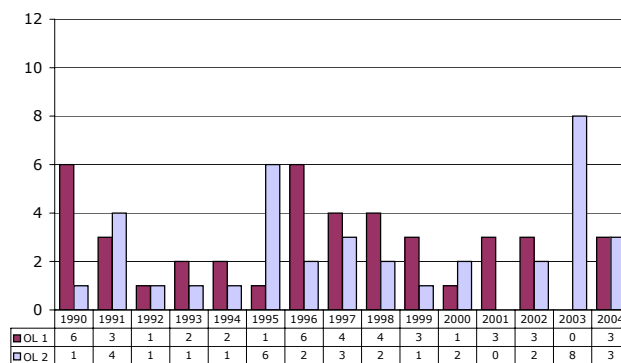
Pikasulkujen määrä, Olkiluoto



Käyttöhäiriöraporttien määrä, Loviisa



Käyttöhäiriöraporttien määrä, Olkiluoto



A.II.2 Tapahtumien merkitys

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitteiden epäkäytettävyyksien riskimerkitystä. Riskimittana käytetään kuhunkin tapahtumaan liittyvää ehdollista sydänvauriotodennäköisyyden kasvua (CCDP). Tapahtumat on jaettu kolmeen ryhmään: 1) laitevioista aiheutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapahtumat. Tapahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerkityksen (CCDP, Conditional Core Damage Probability) perusteella kolmeen kategoriaan: riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat ($CCDP \geq 1E-7$), muut merkitykselliset tapahtumat ($1E-8 \leq CCDP < 1E-7$) ja muut tapahtumat ($CCDP < 1E-8$). Tunnuslukuna on kuhunkin kategoriaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä.

STUKin myöntämällä poikkeusluvulla tehtävistä töistä aiheutuvat epäkäytettävyydet ovat mukana ryhmässä 2. Mahdolliset TTKE-rikkomukset ovat ryhmässä 1, mikäli ne soveltuvat hyödynnettäviksi tässä tunnusluvussa. TTKE-rikkomuksia käsitellään lisäksi tunnusluvun A.I.2.

Huom! Loviisan laitoksen osalta laskut perustuvat sisäisten alkutapahtumien malliin, joten niitä tulee pitää vain suuntaa antavana.

Tiedot

Tiedot tunnuslukujen laskentaan kerätään voimayhtiöiden raporteista ja poikkeuslupahakemuksista.

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan laitteiden käyttökunnottomuuden riskimerkitystä ja arvioidaan riskin kannalta merkittäviä alkutapahtumia ja suunniteltuja epäkäytettävyyksiä. Erityistä huomiota analysointiprosessissa kiinnitetään toistuviin tapahtumiin, yhteisvikoihin, samanaikaisiin vikoihin ja inhimillisiin virheisiin. Tapahtumien analysoinnissa pyritään järjestelmällisesti tunnistamaan myös organisaatio- ja turvallisuuskulttuurin heikkenemistä indikoivia merkkejä.

Vastuutoimisto ja -henkilö

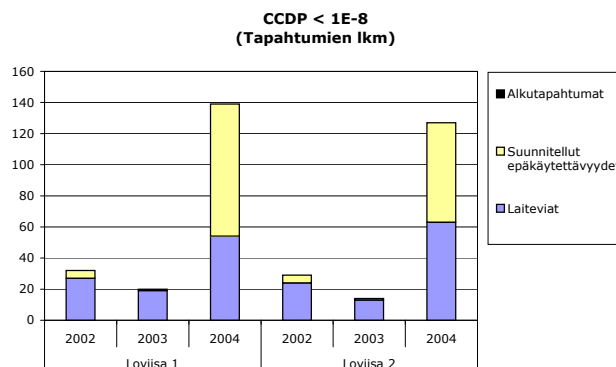
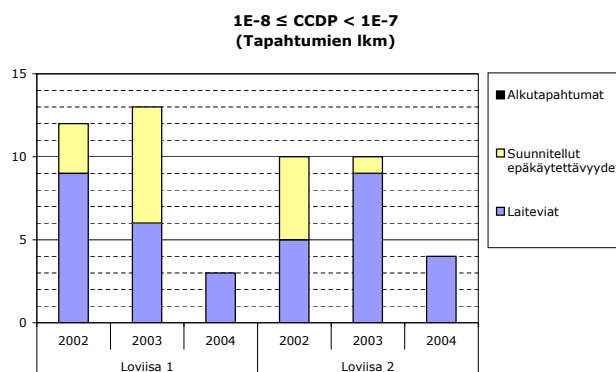
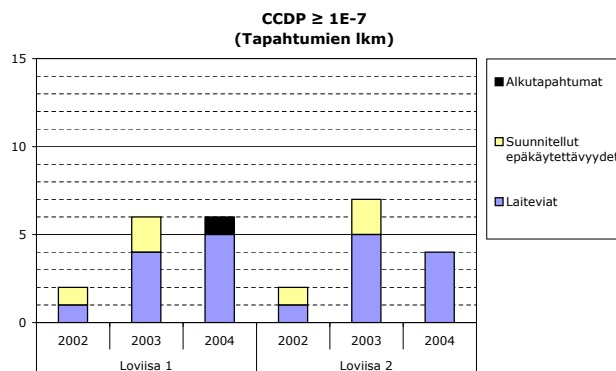
Riskianalyysit (RIS), Ari Julin (PSA laskut)
Turvallisuuden hallinta (TUR) (vikatiedot)

Tunnusluvun tulkinta

Loviisa

Loviisa 1:llä sattui yksi alkutapahtumaksi luokiteltava reaktoripikasulku, mikä johtui reaktorisuojausjärjestelmän viasta. Kaikki turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellusti ja pikasulkuun johtaneet syyt on selvitetty ja vastaavien tapahtumien todennäköisyyden pienentämiseksi on ryhdytty toimenpiteisiin.

Riskin kannalta merkittävimpään luokkaan kuuluvien muiden tapahtumien epäkäytettävyydet liittyivät piileviin vikoihin hätädieselgeneraattoreissa, hätäsyöttövesijärjestelmässä (RL92/93) sekä suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmässä (TQ). Lisäksi merkittävimmissä tapahtumissa on mukana varahätäsyöttövesijärjestelmän (RL 94/97) vuosihuollot konservatiivisen mallinnustavan vuoksi (TK-RY kytkentää ei ole huomioitu).



Ohjeen YVL 1.5 mukainen raportointi kaikkien TTKE:n alaisten laitteiden käyttökunnottomuudesta kuukausi- tai neljännesvuosiraporteissa on lisännyt riskin kannalta vähämerkityksellisten ($CCDP < 1E-8$) tapahtumien määrää analyysissä, mikä näkyy hyvin oheisissa kuvissa. Aiemmin analyysistä karsittiin pois osa nyt analysoiduista tapahtumista.

Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Olkiluoto

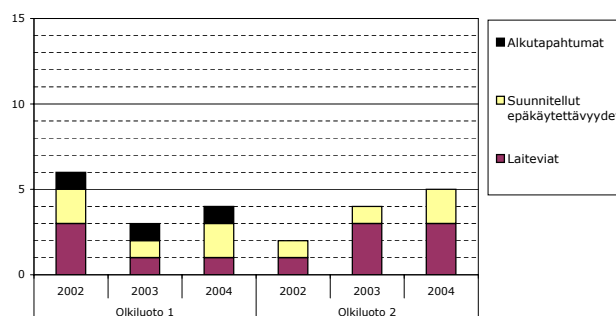
Olkiluoto 1:llä tapahtui reaktoripikasulku höyrylinjan venttiilin sulkeutumisen johdosta. Sulkeutuminen aiheutui venttiilin pitomagneetin likaantumisesta.

Riskin kannalta merkittävimpään luokkaan kuuluvien muiden tapahtumien epäkäytettävyydet liittyivät molemmilla laitossyksiköillä hätädieselgeneraattoreiden piileviin vikoihin. Lisäksi OL2:lla oli sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmän (721) piilevä pumppuvika, joka paljastui määräraikaiskokeessa.

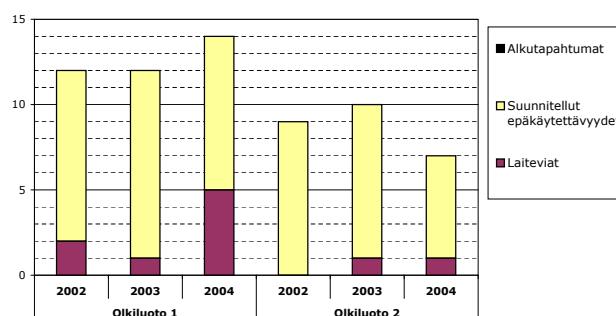
Ohjeen YVL 1.5 mukainen raportointi kaikkien TTKE:n alaisten laitteiden käyttökunnottomuudesta kuukausi- tai neljännesvuosiraporteissa on lisännyt riskin kannalta vähämerkityksellisten ($CCDP < 1E-8$) tapahtumien määrää analyysissä, mikä näkyy hyvin oheisissa kuvissa. Aiemmin analyysistä karsittiin pois osa nyt analysoiduista tapahtumista.

Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

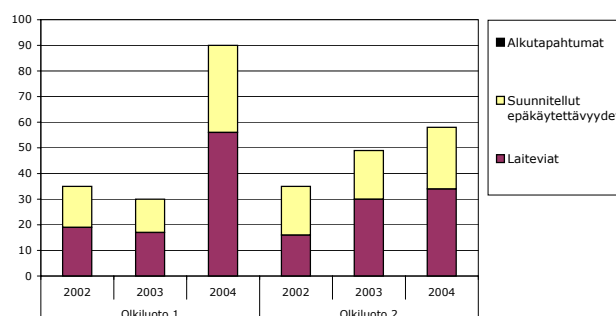
$CCDP \geq 1E-7$
(Tapahtumien lkm)



$1E-8 \leq CCDP < 1E-7$
(Tapahtumien lkm)



$CCDP < 1E-8$
(Tapahtumien lkm)



A.II.3 Tapahtumien välittömät syyt

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisen raportoitujen tapahtumien välittömiä syitä. Tapahtumien syyt jaotellaan teknisiin vikoihin ja käyttö- ja kunnossapitovirheisiin (ei teknisiin).

Tiedot

Tiedot kerätään erikoisraporteista, pikasulkuraporteista sekä käyttöhäiriöraporteista ja luokitellaan TURin ylläpitämään tapahtumien seuranta-
taulukkoon.

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan raportoitujen tapahtumien syiden jakautumista teknisiin ja ei teknisiin. ”Ei-teknisillä syillä” tarkoitetaan käyttö- ja kunnos-

sapitovirheistä aiheutuneita vikoja. Tunnusluku voi antaa kuvaa organisaation toiminnasta.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

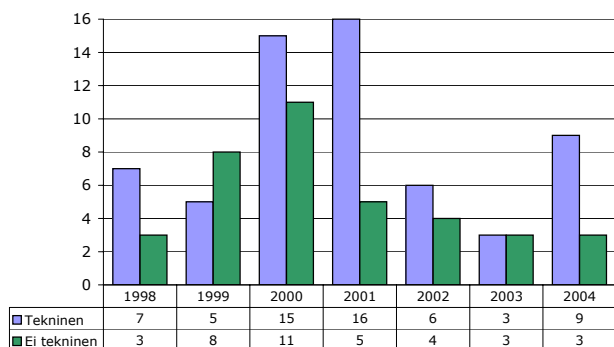
Timo Eurasto

Tunnusluvun tulkinta

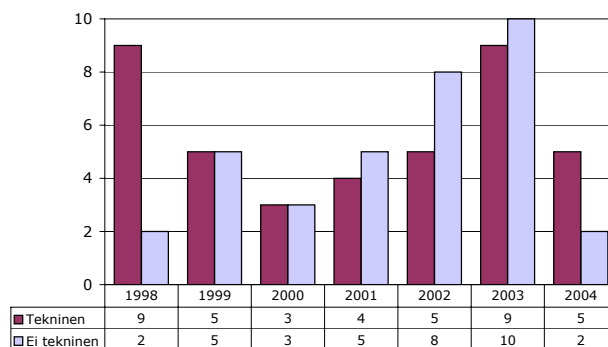
Loviisan voimalaitoksen vuoden 2004 yhteensä 12 tapahtuman välittömiksi syiksi luokiteltiin 9 teknisiksi vioiksi ja 3 inhimillisperäisiksi virheiksi. Olkiluodon voimalaitoksen yhteensä 7 tapahtumassa viidessä syynä oli tekninen vika, ja kahdessa tapahtumassa oli pääsyyinä inhimillinen virhe.

Teknisten ja inhimillisten vikojen suhde on heilahdellut paljon viime vuosien aikana. Vuonna 2004 molempien laitosten osalta tapahtumien määräävinä aiheuttajina olivat tekniset viat.

Tapahtumien välittömät syyt, Loviisa



Tapahtumien välittömät syyt, Olkiluoto



A.II.4 Palohälytysten määrä

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan palohälytysten ja todellisten palojen määrää.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijat toimittavat tunnuslukuun tarvittavat tiedot STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle.

Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan palontorjunnan tehokkuutta ydinvoimalaitoksilla.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Voimalaitostekniikka (VLT)

Heikki Saarikoski

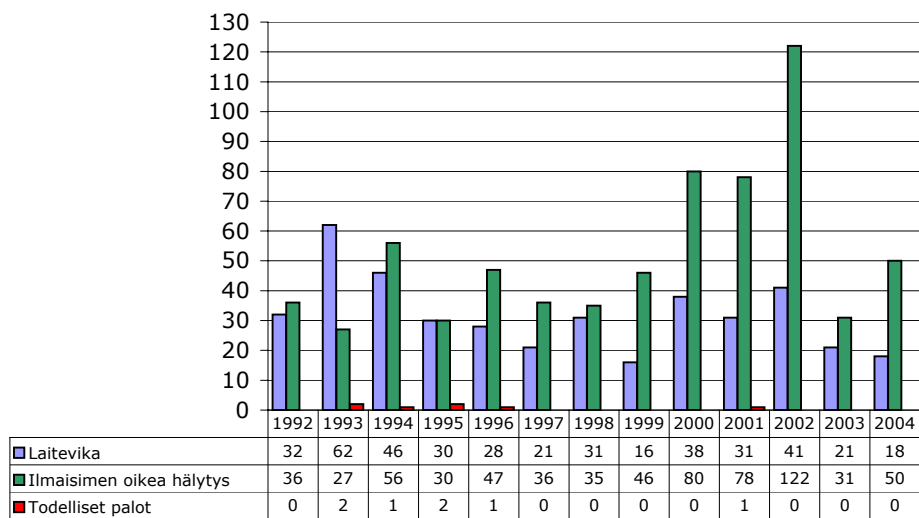
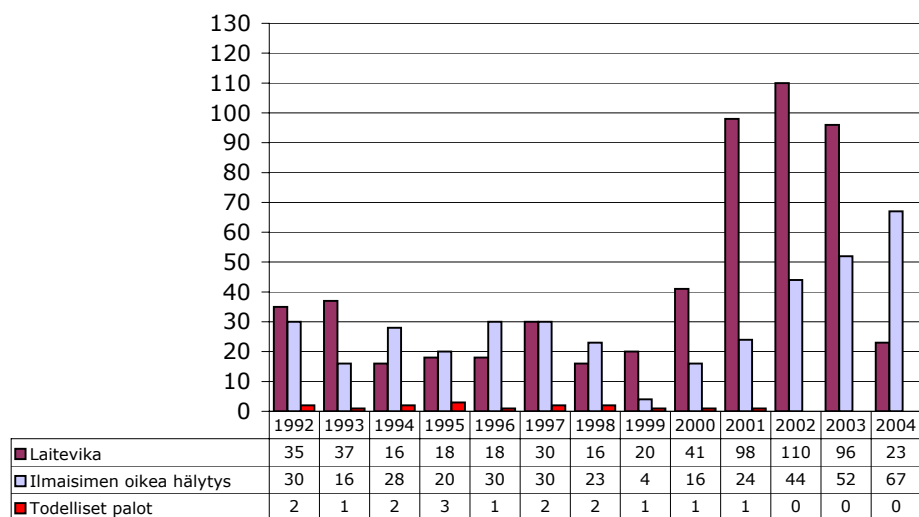
Tunnusluvun tulkinta

Todellisia paloja ei sattunut laitosalueella kummallakaan laitoksella. Vuoden 2004 paloilmajärjestelmän hälytyksissä kummallakin laitoksella

vallitsevana olivat pölyn tai höyryn aiheuttamat ilmaisimien oikeat hälytykset.

Loviisan laitoksella paloilmajärjestelmä uusittiin vuonna 2000 ja Olkiluodossa vuonna 2001. Hälytysten määrät kasvoivat sen jälkeen kummallakin laitoksella johtuen herkemmistä laitteista ja laitevioista.

Hälytysten selkeä väheneminen Loviisan laitoksella vuodesta 2003 ja Olkiluodon laitoksella vuodesta 2004 lähtien johtuu siitä, että ennakkohälytykset eivät ole olleet enää laskennassa mukana. Yksittäinen ilmaisin tutkii ilman laatua ja antaa enakkovaroituksen ennen varsinaista palohälytystä. Muutoksen jälkeen laitevikojen aiheuttamien hälytysten määrät laskivat merkittävästi kummallakin laitoksella. Loviisassa laski myös ilmaisimien oikeiden hälytysten määrä, mikä vuonna 2004 oli samalla tasolla (50 hälytystä) kuin ennen järjestelmän uusintaa. Olkiluodon laitoksella ilmaisimien oikeiden hälytysten lukumäärä on ollut useana vuonna tasaisessa kasvussa. Vuonna 2004 niitä oli 67, mikä on kaksinkertainen määrä järjestelmän uusintaa edeltäneeseen tasoon verrattuna.

Palohälytysten määrä, Loviisa**Palohälytysten määrä, Olkiluoto**

A.III Rakenteellinen eheys

A.III.1 Polttoaineen tiiviys

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitostyöskökohtaisesti primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuustasoa (Loviisa I-131 ekvivalenttina; Olkiluoto pelkäästään I-131) ja maksimiaktiivisuuden huippuarvoa tasaisella tehoajolla (Loviisa jodiaktiivisuuksien summaa kuumavalmiudessa, käynnistystilassa tai tehokäytöllä; Olkiluoto I-131-aktiivisuus tehoajolla). Maksimi-arvoja verrataan TTKE-rajaa graafisessa esityksessä; I-131-maksimiaktiivisuutta paineenalennuksen aikana ajettaessa seisokkiin tai reaktoripikasulun tapahduttua; sekä reaktorista polttoainevuotojen vuoksi poistettujen polttoainepipujen määrää.

Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin saadaan voimayhtiöiden neljännesvuosiraporteista (reaktorin ja polttoaineen käyttö). Luvanhaltijat toimittavat maksimiaktiivisuuksia koskevat tunnuslukuarvot suoraan STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle.

Tarkoitus

Tunnusluvut kuvaavat polttoaineen eheyttä sekä polttoainevuodon suuruutta käyttöjaksolla. Alasajotilanteiden tunnusluvut kuvaavat lisäksi alasajon onnistumista säteilysuojelun kannalta.

Vastuuhenkilö

Voimalaitostekniikka (VLT)

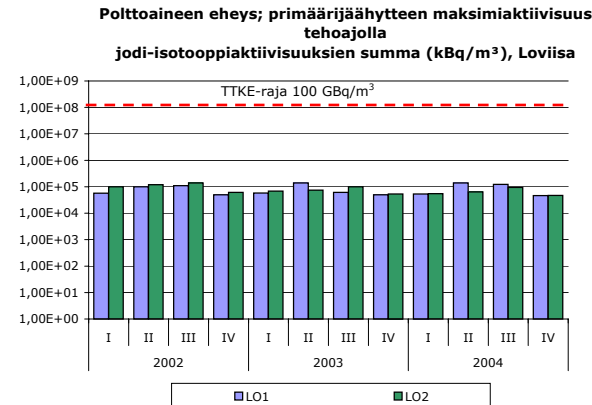
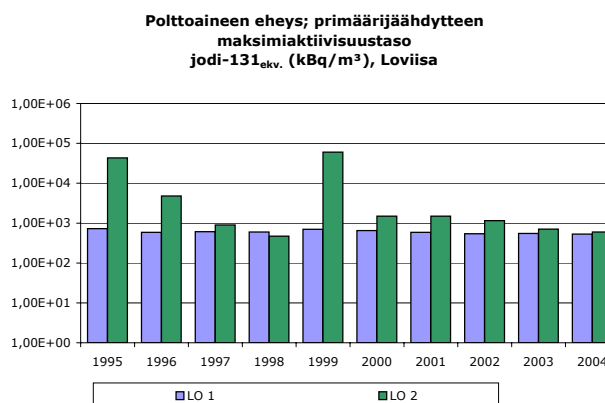
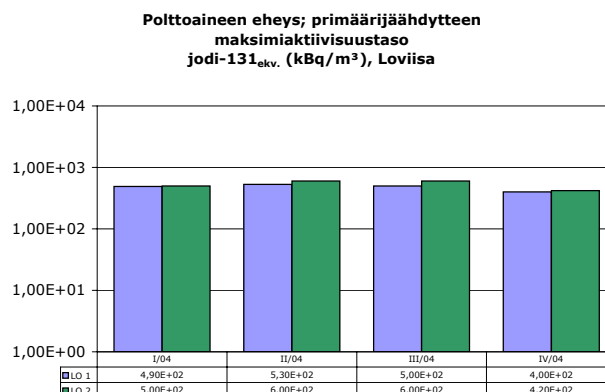
Kirsti Tossavainen

Tunnuslukujen tulkinta (primääripiirin aktiivisuus, Loviisa)

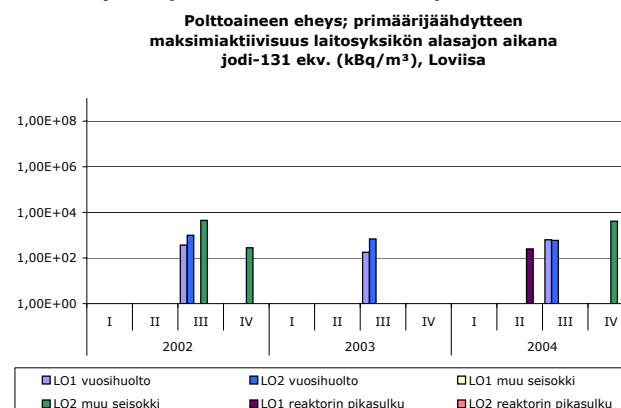
Loviisan laitostyösköillä ei vuonna 2004 ollut polttoainevuotoja eikä primäärijäähdytteen aktiivisuudessa tapahtunut muutoksia. Loviisan laitokselta seurataan I-131-ekvivalentteina lasketun aktiivisuuspitoisuuden lisäksi myös primäärijäähdytteen eri jodi-isotooppien aktiivisuuspitoisuuksien summaa. TTKE:n mukaan summa-aktiivisuus ei saa ylittää arvoa $1,0E+8$ kBq/m³. Kummallakin laitostyösköllä summa-aktiivisuudet ovat olleet promillen luokkaa TTKE-rajasta.

STUKin tunnuslukuna on vuodesta 2002 lähtien seurattu primäärijäähdytteen I-131-aktiivi-

Primäärijäähdytteen aktiivisuus tehoajolla, Loviisa:



Primäärijäähdytteen aktiivisuus alasajossa, Loviisa:



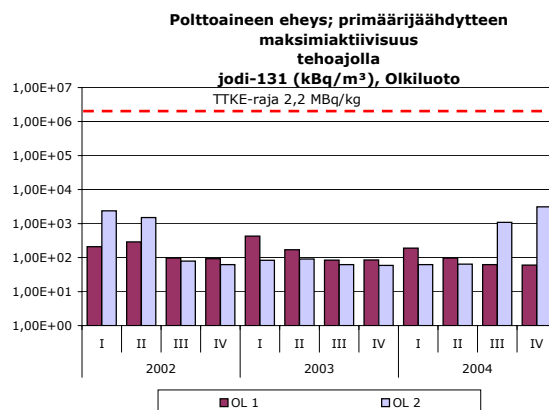
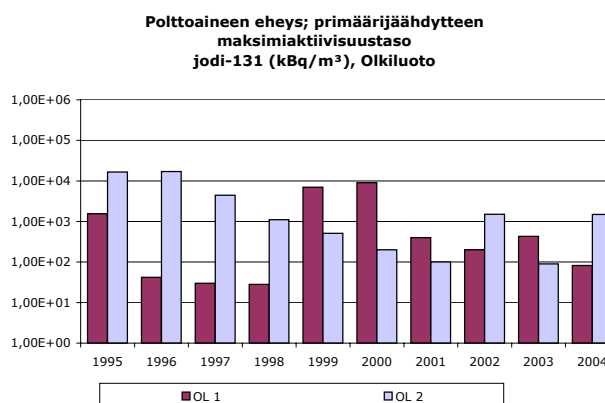
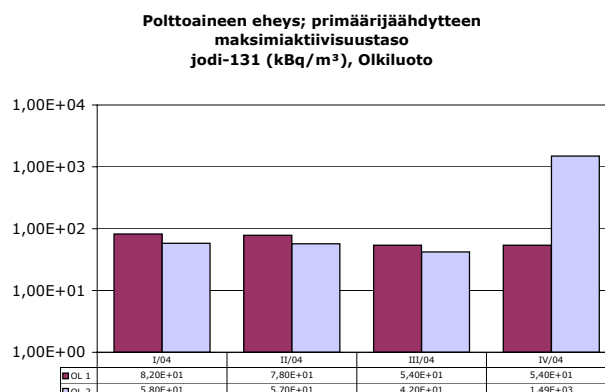
suuspitoisuutta laitosyksiköiden alasajojen ja reaktoripikasulkujen aikana. Loviisan laitoksella ei alasajojen aikaisissa jodin aktiivisuuspitoisuuksissa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia, koska laitosyksiköillä ei tarkastelujaksolla ole ollut polttoainevuotoja.

Tunnuslukujen tulkinta (primääripiirin aktiivisuus, Olkiluoto)

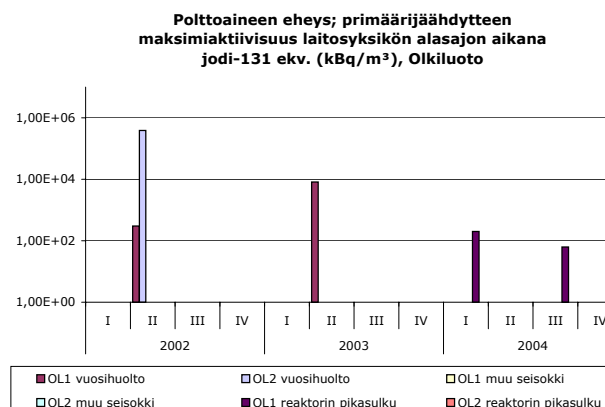
Olkiluoto 1:llä primäärijäähdytteen aktiivisuudessa ei vuonna 2004 tapahtunut muutoksia. Olkiluoto 2:lla havaittiin 30.8.2004 polttoainevuoto, josta johtuu aktiivisuustasossa tapahtunut nousu kolmannella neljänneksellä. Vuoden 2004 loppuun asti vuoto on pysynyt pienenä primääriauriona. Primäärijäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuuden maksimiarvo oli 3,1 MBq/m³, mikä on 1,4 promillea TTKE-rajasta. Vuotava nippu on paikannettu 16.10.2004 neljän polttoainenipun muodostamaan ryhmään.

Olkiluoto 1:llä vuoden 2003 ja Olkiluoto 2:lla vuoden 2002 polttoainevuodoista aiheutuneet jäähdytteen aktiivisuuden nousut näkyvät selvästi suurempina I-131-aktiivisuuspitoisuuksina pysäytettäessä laitosyksiköitä vuosihuoltoseisokkeihin. Muissa reaktorin pysäytyksissä eivät jäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuudet ole olleet poikkeuksellisia.

Primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus tehoajolla, Olkiluoto:



Primäärijäähdytteen aktiivisuus alasajossa, Olkiluoto:



Tunnusluvun tulkinta (vuotavien polttoainenippujen määrä)

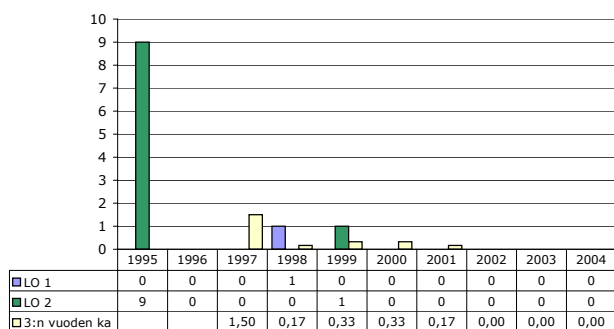
Loviisan eikä Olkiluodon laitosyksiköillä ollut käyttöjaksolla 2003–2004 vuotavia nippuja. Olkiluoto 2:lla havaittiin 30.8.2004 polttoainevuoto. Vuotava nippu poistetaan reaktorista viimeistään vuoden 2005 vuosihuoltoseisokissa.

Loviisan laitosyksiköillä polttoainevuodot ovat olleet harvinaisia vuoden 1995 jälkeen. Vuoden 1995 suuri polttoainevuotojen määrä Loviisa 2:lla johtui nippuihin kertyneistä korroosiotuotteista

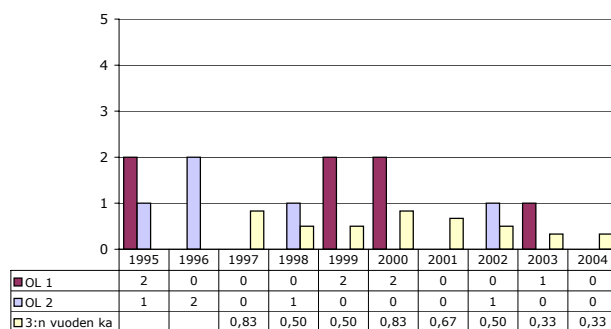
vuoden 1994 vuosihuoltoseisokissa tehdyn primääripiirin pintojen kemiallisen puhdistuksen jälkeen. Nippuihin ja välitukihiloihin vähitellen kiinnittynyt korroosiotuotesaostuma (crudi) aiheutti jäähdytysveden virtauksen heikentymistä ja nippujen värinää. Polttoainesauvoihin syntyi vaurioita välitukihilojen hankauksesta.

Olkiluodon laitosyksiköillä on polttoainevuotoja ollut lähes joka vuosi. Vuodot ovat olleet pieniä ja vuotavat niput on poistettu vuoden jälkeen seuraavassa vuosihuoltoseisokissa.

Reaktorista poistettujen vuotavien polttoainenippujen lukumäärä, Loviisa



Reaktorista poistettujen vuotavien polttoainenippujen lukumäärä, Olkiluoto



A.III.2 Primääripiirin tiiviys

Määritelmä

Vesikemian tunnuslukuina ovat

- voimayhtiöiden käyttämät kansainväliset kemian indeksit, jotka kuvaavat painevesilaitosten sekundääri- ja kiehutuslaitosten reaktoripiirin vesikemiallisten olosuhteiden ylläpidon tehokkuutta. Loviisan laitoksella on vuonna 2003 käyttöönotettu uusi sekundääripiirin kemian indeksi, mikä huomioi höyrystimien ulospuhalluksessa ja syöttövedessä olevia korroosioita aiheuttavia tekijöitä ja korroosiotuotteiden pitoisuuksia. Höyrystimien ulospuhalluksesta laskennassa ovat mukana kloridi-, sulfaatti- ja natriumpitoisuus sekä hapan johtokyky ja syöttövedestä rauta-, kupari- ja happipitoisuus. Olkiluodon laitoksen kemian indeksiin vaikuttavat reaktoriveden kloridi- ja sulfaattipitoisuus ja syöttöveden rautapitoisuus. Kummankin laitoksen indekseissä huomioidaan em. arvot vain tehokäytön ajalta.
- Loviisan laitokselta höyrystimien ulospuhallusten ja Olkiluodon laitokselta reaktoriveden käynnin aikaisten kloridipitoisuusmaksimien osuus TTKE-rajasta tarkastelujaksolla. Olkiluodon laitokselta seurataan myös reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvoja tasaisella tehoajolla.
- reaktoripiirin ja sekundääripiirin pinnoilta jäähdytteeseen irronneet korroosiotuotteet. Loviisan laitokselta seurataan primäärijäähdytteen kiintoaineen rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo) ja sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimi). Olkiluodon laitokselta seurataan reaktoriveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo). Lisäksi kummaltakin laitokselta seurataan reaktorijäähdytteen Co-60 -aktiivisuuspitoisuuden maksimia ajettaessa laitosta

kylmäseisokkiin tai reaktoripikasulun tapahtuttua.

Primääripiirin tunnistettuja ja tunnistamattomia vuotoja seurataan Olkiluodon laitosyksiköillä seuraavien tunnuslukujen avulla:

- suojarakennuksen sisäisten tunnistettujen (suojarakennuksesta valvottujen vuotojen keräilytankkiin, 352 T1, kerätyt vuodot) ja tunnistamattomien (valvotun lattiaviemärijärjestelmän pohjakaivoon, 345 T33, tulevan kokonaisvuodon määrä) vuotojen kokonaismäärät (m^3) käyttöjaksolla ja
- vuoden aikana ollut suojarakennuksen sisäinen suurin vuotomäärä verrattuna TTKE:n sallimaan vuotomäärään (suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmän 725 ilmajäähdyttimiin tiivistyneen veden poisvirtauksen määrä/TTKE-rajaa).

Tiedot

Luvanhaltijat toimittavat vesikemiallisten olosuhteiden ylläpitoa kuvaavat tunnusluvut STUKin vastuuhenkilölle. Korroosioita aiheuttavien aineiden ja korroosiotuotteiden pitoisuudet saadaan luvanhaltijoiden toimittamista neljännesvuosiraporteista.

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan ja valvotaan primääri- ja sekundääripiirin eheyttä. Seuranta tehdään vesikemian ylläpitoa kuvaavien indeksien avulla sekä valittujen korroosioita aiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden avulla.

Vastuutoimisto ja -henkilöt

Voimalaitostekniikka (VLT),
Kirsti Tossavainen (kemian indeksit)
Turvallisuuden hallinta (TUR),
Jarmo Konsi (primääripiirin vuodot)

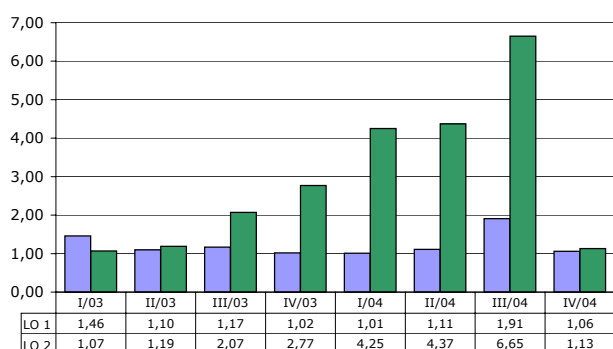
Vesikemialliset olosuhteet, Loviisa

Tunnuslukujen tulkinta

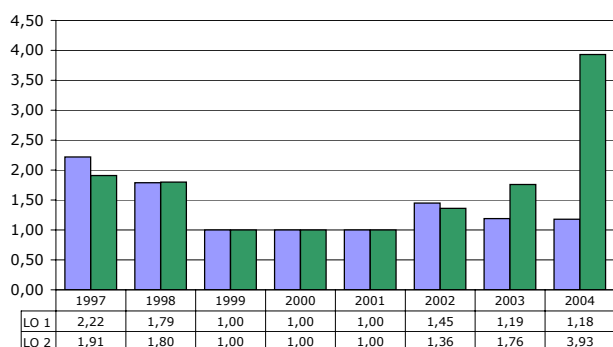
Kemian indeksi

Loviisa 1:n toisen ja kolmannen neljänneksen kemian indeksin kasvu ensimmäiseen neljännekseen verrattuna johtuu laitosyksiköllä 29.6.2004 tapahtuneesta reaktorin pikasulusta, jonka seurauksena epäpuhtauksia irtosi sekundääripiirin pinnoilta. Loviisa 2:lla indeksin korkea arvo johtuu 50-puolen lauhduttimen merivesivuodosta (ks. seuraava kohta).

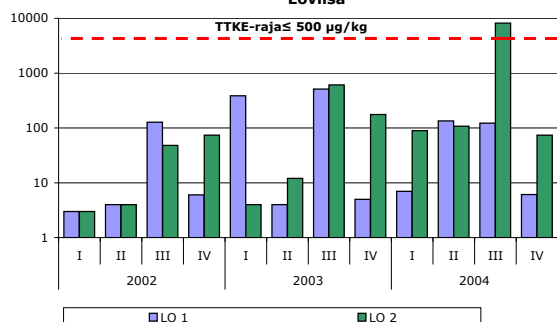
Sekundääripiirin eheys; kemian indeksi, Loviisa



Sekundääripiirin eheys; kemian indeksi, Loviisa



Primääripiirin tiiviys;
korroosiota aiheuttavat aineet, höyrystimien
ulospuhallusten kloridipitoisuuksien (µg/kg) maksimiarvot,
Loviisa



Höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien maksimiarvot

STUKin tunnuslukuna on vuodesta 2002 lähtien seurattu höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien maksimiarvoja (suurin arvo kaikkien kuuden höyrystimen ulospuhallusten kloridipitoisuuksista). TTKE:n mukaan höyrystimien ulospuhalluksen kloridipitoisuus ei saa ylittää arvoa 0,5 mg/kg. Mikäli ylitys on vähäinen (0,5–1,0 mg/kg), pitoisuuden saattamiselle TTKE:n mukaiseksi on aikaa viikko. Mikäli poikkeama on suurempi (1,0–5,0 mg/kg), aikaa pitoisuuden korjaamiselle on päivä. Poikkeaman ollessa tätäkin suurempi laitosyksikkö on pysäytettävä.

Loviisa 1:llä tavanomaista korkeammat höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuudet ovat olleet vuosineljänneksillä I ja III/2003. Ensimmäinen johtui siitä, että pinnanmittausjärjestelmän kytkennän yhteydessä pääsi hetkellisesti merivettä päälauteeseen ja sitä kautta 50-puolen höyrystimiin. Tehostetulla ulospuhalluksella kloridipitoisuus saatiin normaalille tasolle. Toinen johtui alasajosta vuosihuoltoon.

Loviisa 2:n 50-puolen lauhduttimessa oli ollut merivesivuoto vuodesta 2002 alkaen, minkä seurauksena höyrystimien ulospuhalluksen kloridipitoisuus nousi tavanomaista suuremmaksi. Vuoto korjattiin vuosihuoltoseisokissa 2004, minkä jälkeen myös kloridipitoisuus pieneni.

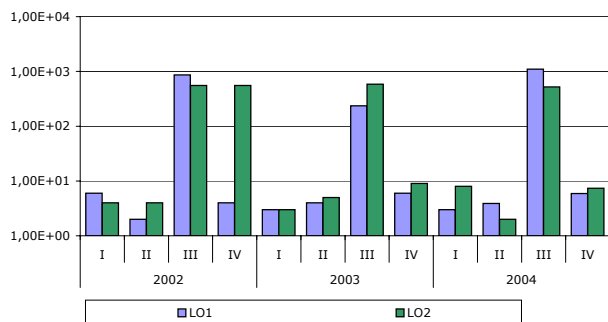
Primäärijäähdytteen rauta

Primäärijäähdytteen rautapitoisuuden maksimiarvot ovat tilanteista, jolloin laitosyksiköitä on ajettu vuosihuoltoseisokkiin. Jäähdytyspiirin rautapitoisuus on tällöin maksimissaan, koska prosessiolosuhteiden muutokset saavat piirin pinnoille kertyneet korroosiotuotteet liikkeelle. Tunnuslukua on seurattu vuodesta 2002, eikä seurannan aikana primäärijäähdytteen rautapitoisuuden maksimiarvoissa ole ollut tavanomaisesta poikkeavaa suuntausta.

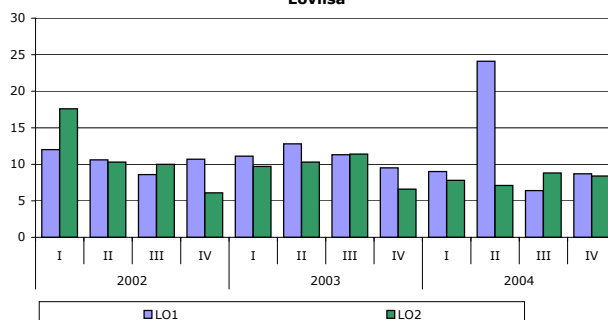
Syöttöveden rautapitoisuudet

Syöttöveden rautapitoisuuksia on STUKin tunnusluvuissa seurattu vuodesta 2002 lähtien. Tunnuslukuarvoissa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia.

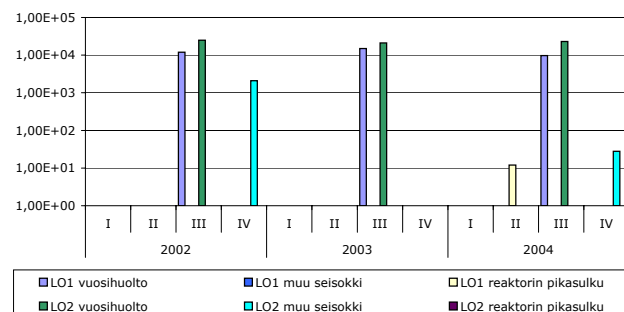
Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet; primäärijäähdytteen kiintoaineen rautapitoisuuden maksimiavot (Fe-tot, µg/l), Loviisa



Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet, sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuuden (µg/l) maksimiavot (RL30 / RL70), Loviisa



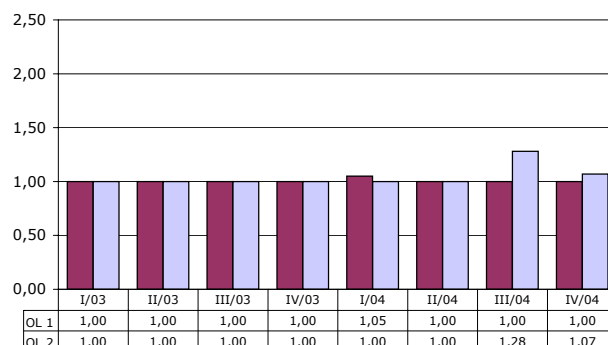
Primääripiirin eheys; primäärijäähdytteen koboltti 60-pitoisuuden maksimiavot (kBq/m³) laitosyksikön alasajon aikana (seisokit ja reaktoripikasulut), Loviisa



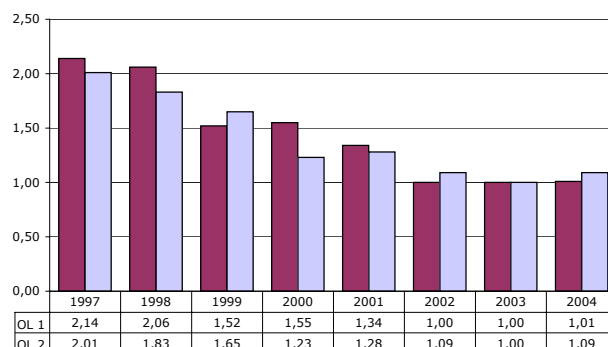
Reaktoriveden kloridipitoisuudet käytön aikana

Kloridi on merkittävä ruostumattoman teräksen jännityskorroosion aiheuttaja. Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa reaktoriveden kloridipitoisuudelle on asetettu raja-arvoksi 0,1 ppm (100 µg/l), joka asettaa rajoituksia laitoksen käytölle. Raja-arvon ylittävä kloridipitoisuus on sallittu enintään 330 tuntia vuodessa. Mikäli ehtoa ei voida noudattaa, laitos on ajettava kylmään sammutustilaan. Laitos

Primääripiirin eheys; kemian indeksi, Olkiluoto



Primääripiirin eheys; kemian indeksi, Olkiluoto



Koboltti 60 -pitoisuudet alasajoissa

Kummallakaan Loviisan laitosyksiköllä ei Co-60-aktiivisuuspitoisuuksissa ole ollut oleellisia muutoksia.

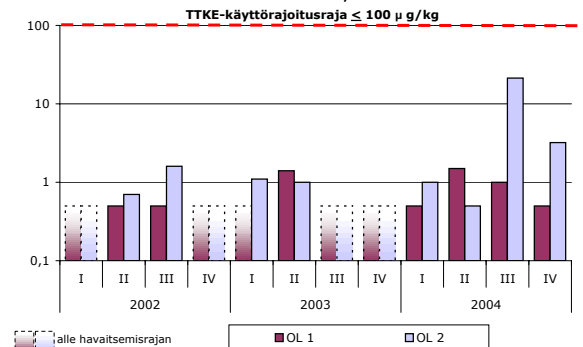
Vesikemialliset olosuhteet, Olkiluoto

Tunnuslukujen tulkinta

Kemian indeksi

Olkiluoto 1:llä kemian indeksi pysyi vuonna 2004 lähes tavoitearvossa (1,00). Olkiluoto 2:lla kolmannen neljänneksen tavoitearvoa huomattavasti suurempi arvo johtuu turbiinilauhduttimen vuodosta (ks. ”reaktoriveden kloridipitoisuus”).

Primääripiirin tiiviys; korroosiota aiheuttavat aineet, reaktoriveden kloridipitoisuuksien (µg/kg) käytönaikaiset maksimiavot, Olkiluoto



on ajettava välittömästi kylmään sammutettuun tilaan, jos reaktoriveden kloridipitoisuus ylittää rajan 2 ppm (2000 µg/l).

Kummallakin laitossyksiköllä kloridipitoisuus on käytön aikana yleensä ollut noin prosentin suuruusluokkaa TTKE:ssä määritellystä raja-arvosta. Vuoden 2004 kolmannella vuosineljänneksellä oli Olkiluoto 2:lla tavanomaista suurempi kloridipitoisuus. Se johtui turbiinilauhduttimen vuodosta, minkä yhteydessä merivettä pääsi reaktoriveteen ja kloridipitoisuus nousi arvoon 21,3 µg/l. Vuoto havaittiin 19.8.2004 ja korjattiin 21.8.2004.

Reaktoriveden sulfaattipitoisuus

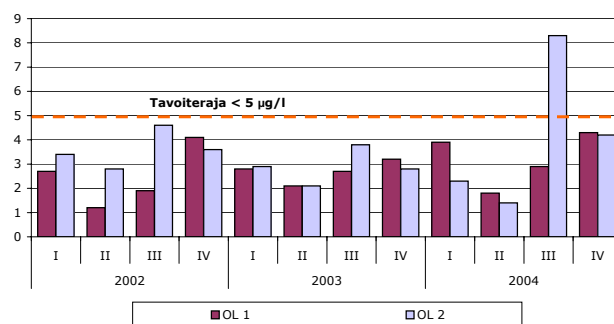
Kummallakin Olkiluodon laitossyksiköllä on ollut ongelmana reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Sulfaatti on tietyissä olosuhteissa merkittävä jännityskorroosioon vaikuttava tekijä. Reaktoriveden sulfaatti on peräisin lauhteenpuhdistussuodattimien ioninvaihtomassasta vapautuneesta sulfaatista. Yhtenä sulfaatin suodatinmassoista vapautumiseen vaikuttavana tekijänä on lämpötila. Suodattimille menevän lauhteen lämpötilaa oli aikaisemmin säädetty esilämmittimen osittaisella ohituksella 60 °C:een. Laitossyksiköillä on tehty muutokset, joilla lauhteenpuhdistussuodattimille menevän veden lämpötilaa pienennettiin vaihtamalla lauhdejärjestelmän esilämmittimen paikkaa. Muutoksessa esilämmittimen sijoitettiin lauhteenpuhdistussuodattimien jälkeen, kun se aikaisemmin sijaitsi ennen suodattimia. Muutoksen ansiosta puhdistussuodattimille menevän lauhteen lämpötila pieneni keskimäärin 50 °C:een. Muutos tehtiin Olkiluoto 2:lla vuonna 2003 ja Olkiluoto 1:llä vuonna 2004.

Teollisuuden Voima Oy on asettanut reaktoriveden sulfaattipitoisuudelle tavoitearvoksi 5 µg/l, jota sulfaattipitoisuus ei saa ylittää. Laitosmuutosten jälkeen sulfaattipitoisuus on pysynyt kummallakin laitossyksiköllä tavoitearvoa pienempänä lukuun ottamatta vuoden 2004 kolmatta neljänestä, jolloin Olkiluoto 2:lla maksimipitoisuus oli 8,3 µg/l. Yksiselitteistä syytä tavanomaista korkeammalle sulfaattipitoisuudelle ei ole. Mahdollisena syynä voi olla ioninvaihtomassan hajoaminen.

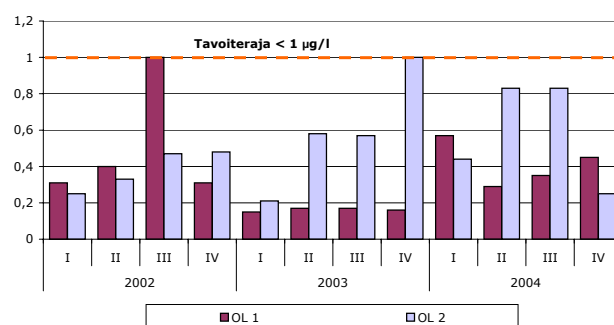
Syöttöveden rautapitoisuus

Reaktoriveteen liukenee jonkin verran rautaa reaktoripiirin komponenteista. Teollisuuden Voima Oy on asettanut, että reaktoriin syötettävän ve-

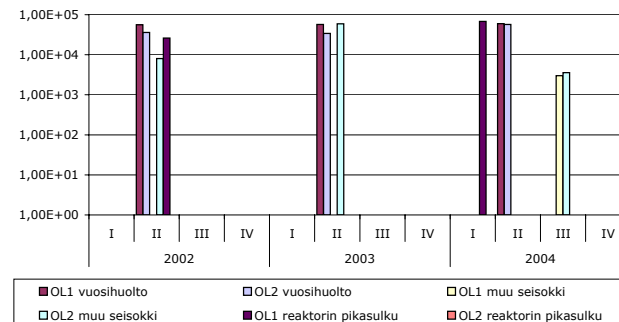
Primääripiirin tiiviys, korroosiotuotteet; reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvot (µg/l) tasaisella tehoajolla, Olkiluoto



Primääripiirin tiiviys, korroosiotuotteet; reaktoripiirin syöttöveden rautapitoisuuden maksimiarvot (µg/l), Olkiluoto



Primääripiirin eheys; primäärijäähdytteen koboltti 60-pitoisuuden maksimiarvo (kBq/m³) laitossyksikön alasajon aikana (seisokit ja reaktoripikasulut), Olkiluoto



den rautapitoisuus ei saa laitoksen käynnin aikaan ylittää arvoa 1 µg/l. Vuodesta 2002 alkaneen STUKin tunnuslukuseurannan aikana ei tavoitearvo ole ylittynyt.

Koboltti 60 -pitoisuudet alasajoissa

STUKin tunnuslukuna on seurattu vuodesta 2002 lähtien Co-60-isotoopin aktiivisuuspitoisuuksia alasajoissa kylmäseisokkiin. Radioaktiivista koboltti 60 -isotooppia syntyy ydinvoimalaitoksessa aktivoitutuotteena reaktoripiirin komponenteissa käytetyistä, kobolttia sisältävistä materiaaleista.

Co-60-isotooppi on merkittävä tekijä ydinvoimalaitoksista aiheutuvan säteilyaltistuksen kannalta. STUKin tunnuslukuseurannassa Co-60-isotoopin aktiivisuuspitoisuutta alasajoissa kylmään seisokkiin käytetään kuvamaan reaktoripiirin pinnoilta irronneiden korroosiotuotteiden määrää ja myös alasajotoimenpiteiden onnistumista.

Kummallakaan Olkiluodon laitoksyksiköllä ei Co-60-aktiivisuuspitoisuuksissa ole ollut oleellisia muutoksia.

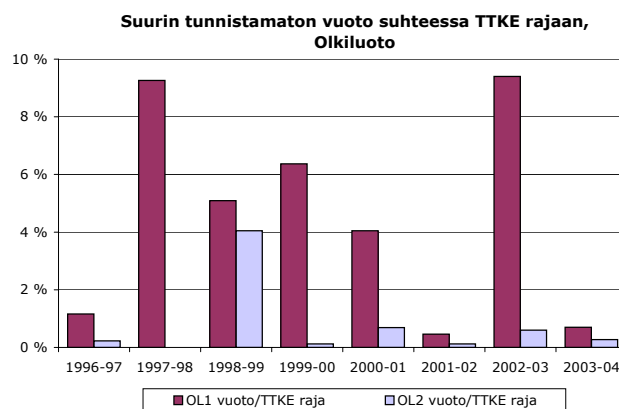
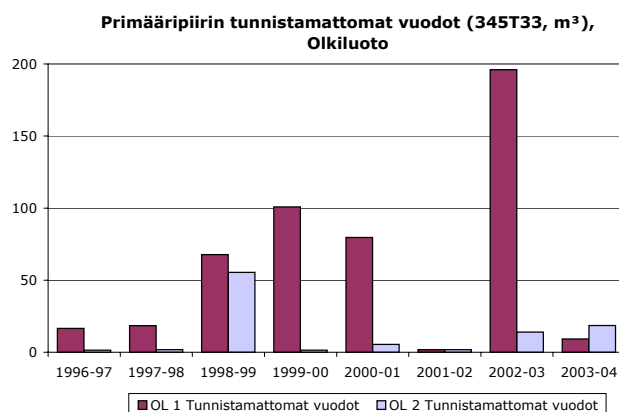
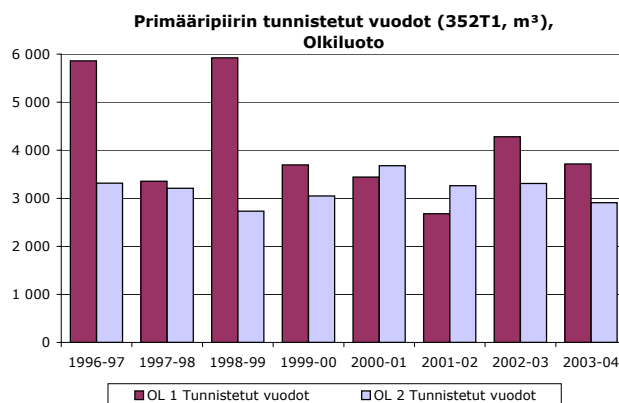
Primääripiirin vuodot, Olkiluoto

Tunnusluvun tulkinta

Suojarakennuksen sisäisissä tunnistetuissa vuotoissa ei käyttöjaksolla 2003–2004 tapahtunut oleellisia muutoksia edelliseen jaksoon verrattuna. Olkiluoto 1:n vuodot ovat hieman suuremmat kuin Olkiluoto 2:n. Yleisesti ottaen vuotomäärät ovat pysyneet samoina useiden vuosien ajan.

Käyttöjakson 2003–2004 tunnistamattomien vuotojen määrät Olkiluodon kummallakin laitossyksiköllä olivat alhaiset. Edellisellä käyttöjaksolla 2002–2003 Olkiluoto 1:n vuotomäärä oli melko suuri johtuen koko käyttöjakson vuotaneesta ulospuhallusjärjestelmän 314 alipaineventtiilistä.

Käyttöjaksolla 2003–2004 ollut suojarakennuksen sisäisen suurimman vuotomäärän suhde TTKE:n sallimaan vuotomäärään asettui jakson 2001–2002 tasolle. Jaksolla 2002–2003 Olkiluoto 1:n korkea suhde johtui em. suuresta tunnistamattomasta vuodosta suojarakennuksessa. Yleisesti seurannan perusteella voidaan sanoa, että maksimi vuodot ovat olleet suurempia Olkiluoto 1:llä kuin Olkiluoto 2:lla.



A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys

Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan:

- Ulompien eristysventtiilien tiiveyskoetulosten summaa ensimmäisten tiiveyskokeiden jälkeen verrattuna laitostyösköön suurimpaan sallittuun ulompien eristysventtiilien kokonaisvuotoon.
- Niiden ko. vuonna koestettujen eristysventtiilien osuutta laitostyösköillä, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla (eli tulos alle venttiilikohdaisen vuotorajan ja ei venttiilikohdaisen huomiorajan ylitystä peräkkäisinä vuosina ilman korjausta).
- Suojarakennuksen läpivientien ja aukkojen tiiveyskoetulosten summaa verrattuna suurimpaan sallittuun kokonaisvuotoon. Olkiluodossa summaan lasketaan henkilösulkujen, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot. Loviisassa summaan lasketaan kulkuaukkojen, materiaalisulun, tarkastuslaitteiden kaapeliläpivientien, suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän (TL23), tuorehöyryjärjestelmän (RA) ja syöttövesijärjestelmän (RL) läpivientien sekä jääntäyttoputkien umpilaipoitettujen läpivientien tiivisteiden tiiveyskoestukset.

Tiedot

Tiedot saadaan voimayhtiöiden tiiveyskoestusraporteista, jotka luvanhaltija toimittaa Säteilyturvakeskukselle tiedoksi kolmen kuukauden kuluessa vuosihuoltojen päättymisestä. Summavuodot lasketaan STUKissa, koska raporteissa esitetään kokonaisvuodot vuosihoitoseisokin päättyessä (eli korjausten ja uusintakoestusten jälkeen).

Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan suojarakennuksen eristysventtiilien, läpivientien ja kulkuaukkojen tiiveyttä.

Vastuutoimisto ja -henkilö

Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät (REA),
Päivi Salo

Tunnusluvun tulkinta

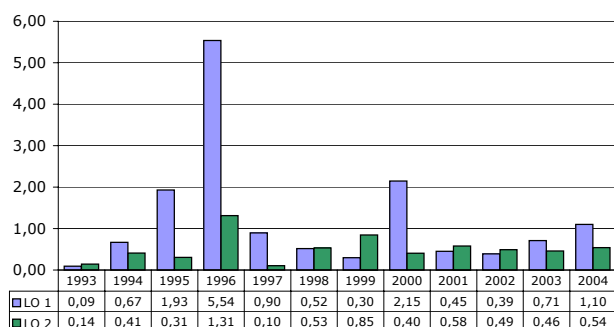
Loviisa

Loviisa 1:n ulompien eristysventtiilien summavuoto on yhä kasvanut, mutta on edelleen alle asetetun rajan. Summavuodosta noin 43 % tulee kahdeksasta reaktorin matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän (TH) sumppilinjien eristysventtiilistä, jotka koestetaan neljän venttiilin ryhmässä. Koska yksittäisten venttiilien vuotomäärää ei tiedetä, kaikkien tulokseksi merkitään ko. ryhmälle mitattu vuoto. Summavuotoa laskettaessa em. moninkertaista kirjausta ei kuitenkaan huomioida. Ryhmäkoestuksien vähentäminen tai laskentatavan muutos vastaavaksi kuin TVO:lla antaisi oikeamman kuvan suojarakennuksen vuodosta. Loviisa 2:n ulompien eristysventtiilien summavuoto on pysynyt ennallaan ja on alle asetetun rajan.

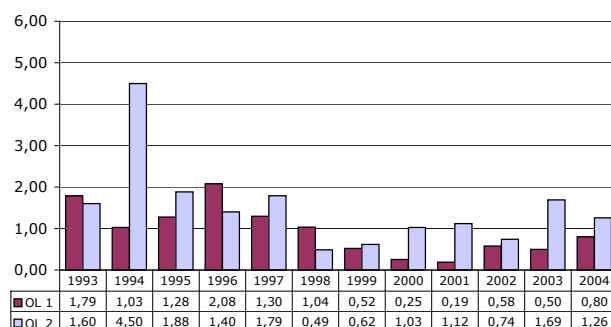
Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen suurena, vaikkakin laskua edellisvuotisista on tapahtunut.

Aukkojen summavuoto, johon Loviisassa lasketaan henkilökulkuaukon, varakulkuaukon, materiaalisulun, reaktorikuopan, alipaineventtiilien, kaapeliläpivientien sekä suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän (TL23), tuorehöyryjär-

Ulompien eristysventtiilien kokonaisvuoto
vuotobudjettiin verrattuna, Loviisa



Ulompien eristysventtiilien kokonaisvuoto
vuotobudjettiin verrattuna, Olkiluoto



jestelmän (RA) ja syöttövesijärjestelmän (RL) läpivientipalkeiden tiiveyskoestustulokset, on edelleen kasvanut Loviisa 2:lla, mutta asetettu raja alittuu edelleen selvästi. Loviisa 1:llä aukkojen summavuoto on pienentynyt.

Loviisa 1:llä 64 % summavuodosta tulee materiaalisulun vuodosta. Loviisa 2:lla noin 88 % tulee yhden huoltoilmastointijärjestelmän (TL 23) läpivientipalkeen ulomman tilavuuden vuodosta.

Loviisan suojarakennuksen tiiveys on pysynyt hyvänä. Läpivientien kumipalkeiden tiiveydessä on ollut viime vuosina ongelmia, jonka johdosta ne muutetaan metallirakenteeksi.

Olkiluoto

Olkiluoto 1:n ulompien eristysventtiilien summavuoto oli edellisvuotisesta hieman kasvanut, mutta oli edellisten vuosien tapaan alle TTKE:ssä asetettun summavuodon rajan. Noin 50 % tulee pikasul-

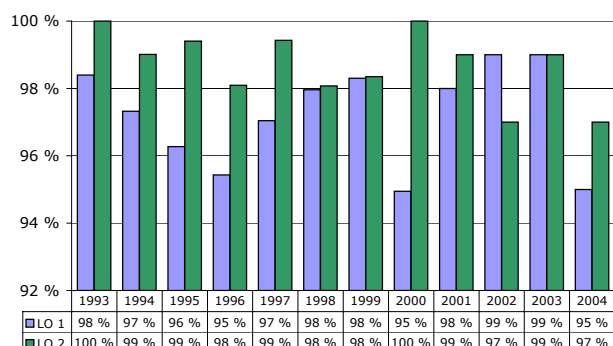
kujärjestelmän 354 kahden eristysventtiilin vuodoista. 354-järjestelmän venttiilien vuodot ilmeisesti aiheutuvat pikasulussa liikkeelle lähteneistä epäpuhtauksista. Noin 8 % vuodosta on päähöyrylinjan (311) eristysventtiilien vuotoja, jotka aiheuttavat venttiilien itsesulkeutumisen seurauksena tiivistepintoihin tulleista painaumista.

Olkiluoto 2:n ulompien eristysventtiilien summavuodosta noin 46 % tulee päähöyrylinjan yhden eristysventtiilin (311V5) vuodosta ja noin 25 % tulee reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmän yhden venttiilin (326V3) vuodosta.

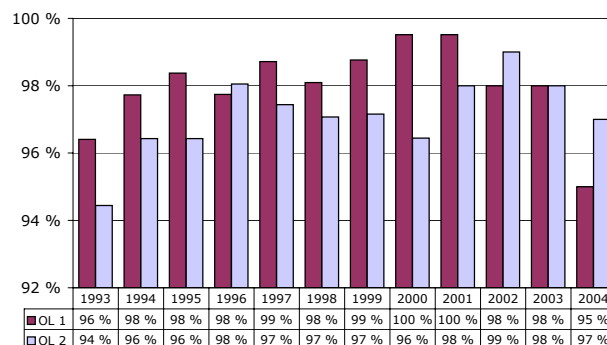
Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on hieman laskenut Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla.

Aukkojen summavuoto, johon Olkiluodon laitoksella lasketaan ylemmän ja alemman henkilösulun, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot, on pysynyt pienenä.

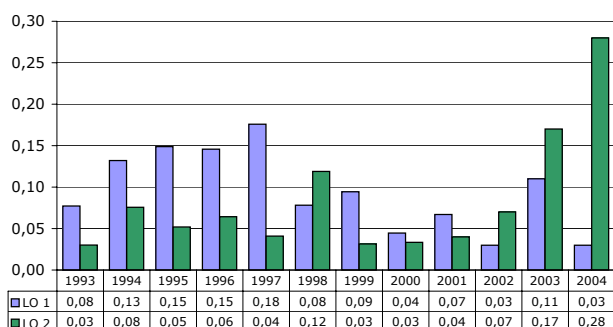
Eristysventtiilien tiiveyskoestustulokset, Loviisa



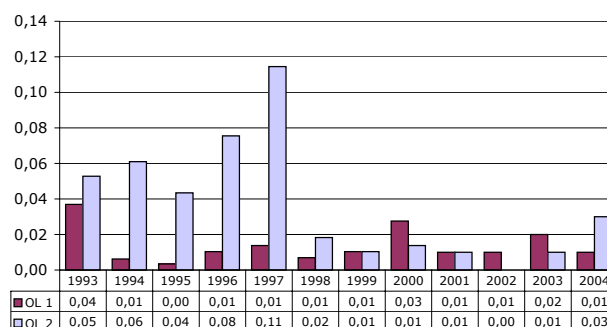
Eristysventtiilien tiiveyskoestustulokset, Olkiluoto



Suojarakennuksen aukkojen kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Loviisa



Suojarakennuksen aukkojen kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Olkiluoto



LIITE 2 Vuonna 2004 valmistuneet ydinvoimalaitosten turvallisuutta parantavat hankkeet

Tapani Eurasto, Samuel Koivula, Hannu Olkkala, Kirsti Tossavainen

Loviisan laitos

Jälkilämmönpoiston varajärjestelmän rakentaminen

Loviisan laitokselle on rakennettu uusi reaktorin jälkilämmönpoistojärjestelmä. Uutta järjestelmää voidaan käyttää tilanteessa, jossa normaali jälkilämmönpoistojärjestelmä ei ole käytettävissä. Järjestelmä on tarkoitettu jälkilämmönpoistoon reaktorin ollessa jäähtynyt niin paljon, että jälkilämpö eli reaktorissa sen sammuttamisen jälkeen syntyvä lämpö voidaan poistaa jäähdyttämällä höyrystimessä sekundääripuolella kierrätettävää vettä. Tähän tarkoitukseen normaalisti käytetävän järjestelmän pumput ja lämmönvaihtimet sijaitsevat laitosyksiköiden turbiinihallissa, ja ne voidaan menettää turbiinihallin tulipalon yhteydessä. Ennen uuden järjestelmän valmistumista reaktoria ei tällaisessa tilanteessa olisi voitu jäähdyttää kylmään sammutustilaan, vaan jälkilämpö olisi täytynyt puhaltaa höyrynä ilmakehään höyrystimen varoventtiileistä. Primääripiirin lämpötila olisi tällaisessa tilanteessa noussut yli 100 °C: seen.

Uuden järjestelmän pumput ja lämmönvaihtimet on sijoitettu turbiinihallin ulkopuolella olevaan erilliseen rakennukseen. Putkistot ja niiden liittynät höyry- ja syöttövesilinjoihin ovat turbiinihallin tulipaloilta suojatussa osassa. Järjestelmän sähkönsyöttö on varmistettu siten, että se voidaan kytkeä sekä Loviisa 1:n että Loviisa 2:n varavoimadieselgeneraattoreihin ja Ahvenkosken vesivoimalaitoksen syöttämään sähkökiskoon. Järjestelmä on yhteinen molemmille Loviisan laitosyksiköille ja sillä voidaan jäähdyttää tarvittaessa joko toinen tai kumpikin reaktori kylmään seisokkiin. Järjestelmän lämmönvaihtimia voidaan jäähdyttää kummankin laitosyksikön sivumerivesipiireil-

lä. Samassa yhteydessä laitoksen merivesijäähdytysjärjestelmiin tehdään muutoksia, joilla parannetaan jälkilämmönpoiston luotettavuutta suppo-, levä- ja tulvatilanteessa.

Järjestelmän rakennustyöt aloitettiin keväällä 2002 ja putkistomuutokset tehtiin talvella 2004. Koekäytöt aloitettiin vuoden 2004 seisokeissa ja ne viimeistellään vuoden 2005 seisokkeihin tapahtuvan alasajon aikana. Järjestelmä saatiin vuoden 2004 seisokkien aikana niin valmiiksi, että se on tarvittaessa käyttöön otettavissa. Merivesijärjestelmien asennukset valmistuvat vuonna 2006.

Olkiluodon laitos

Lauhteenpuhdistuksen muutokset

Olkiluodon laitosyksiköillä on lauhdejärjestelmässä tehty muutoksia puhdistusjärjestelmän suodattimien ioninvaihtomassojen käyttöolosuhteiden parantamiseksi. Muutokset tehtiin Olkiluoto 1:llä vuosihuoltoseisokissa 2004. Olkiluoto 2:lla muutokset on tehty vuonna 2003.

Lauhdejärjestelmä esilämmittää turbiinilauhdukselta tulevan lauhteen ja siirtää sen syöttövesijärjestelmään. Syöttövesijärjestelmällä vesi pumpataan reaktoriin. Ennen reaktoriin pumpaamista lauhde kiertää puhdistusjärjestelmän suodattimien läpi. Olkiluodon laitosyksiköillä lauhteen puhdistusjärjestelmä koostuu seitsemästä ioninvaihtosuodattimesta.

Kummallakin laitosyksiköllä on ongelmana ollut reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Sulfaatti on tietyissä olosuhteissa merkittävä jännityskorroosioon vaikuttava tekijä. Sulfaattipitoisuudet ovat kuitenkin olleet niin pieniä, että niillä ei ole ollut oleellista korroosiovai- kutusta. Reaktoriveden sulfaatti on peräisin lauh-

teenpuhdistussuodattimien ioninvaihtomassasta vapautuneesta sulfaatista. Sulfaattipitoisuuden pienentämiseksi vahvakationisten suodatinmassojen käyttöaikaa on jouduttu rajoittamaan. Laitosyksiköillä on ollut käytössä myös suodatinmassoja, jotka eivät sisällä sulfaattia.

Yhtenä sulfaatin suodatinmassoista vapautumiseen vaikuttavana tekijänä on lämpötila. Suodattimille menevän lauhteen lämpötilaa oli aikaisemmin säädetty esilämmittimen osittaisella ohituksella 60 °C:een. Laitosyksiköillä vuosina 2003 ja 2004 tehdyissä muutoksissa lauhteenpuhdistussuodattimille menevän veden lämpötilaa pienennettiin vaihtamalla lauhdejärjestelmän esilämmittimen paikkaa. Muutoksessa esilämmittin sijoitettiin lauhteenpuhdistussuodattimien jälkeen, kun se aikaisemmin sijaitsi ennen suodattimia. Muutoksen ansiosta puhdistussuodattimille menevän lauhteen lämpötila pieneni keskimäärin 50 °C:een.

Olkiluoto 2:lla on vuonna 2003 tehdyn muutoksen jälkeen voitu luopua suodatinmassojen käyttöaikojen rajoituksesta ja sulfaattivapaiden massojen käytöstä. Lisäksi suodatinmassat ovat pysyneet käyttökunnossa aikaisempaa huomattavasti pitempiä aikoja ilman, että sulfaattipitoisuudessa olisi merkittävää nousua. Pitkien käyttöaikojen johdosta keskiaktiivisen jätteen määrä laitoksella pienenee.

Tasasuuntaajien uusiminen Olkiluoto 1:llä

Olkiluodon laitoksella käynnistyi vuosihuollossa 2004 muutostyöprojekti, jonka tarkoituksena on korvata ikääntyvät tasasuuntaajat uusilla, vastaavat toiminnot omaavilla tasasuuntaajilla. Kummallakin laitosyksiköllä korvataan 18 tasasuuntaajaa. Tasasuuntaajien tehtävänä on normaalissa käyttötilanteessa syöttää tasasähköä sitä tarvitseville laitteille ja samanaikaisesti ylläpitää

akustoja kestovarauksessa.

Kummallakin laitosyksiköllä on uusittavia tasasuuntaajia 110 V, 48 V, 24 V ja ± 24 V -tasasähköjärjestelmissä. Tasasuuntaajien uusimisen syinä ovat nykyisten tasasuuntaajien ikääntyminen, varaosien saatavuuden heikentyminen ja huoltokustannusten nouseminen.

Vuoden 2004 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 1:lle asennettiin ja otettiin käyttöön viisi uutta tasasuuntaajaa. Teollisuuden Voima Oy:n tarkoituksena on uusia loput tasasuuntaajat vuosina 2006–2007.

Muutos turbiini- ja reaktoritehon välisessä valvonta-automatiikassa

Olkiluoto 1:llä toteutettiin vuosihuollossa 2004 valvonta-automatiikan lisäys, joka turbiini- ja reaktoritehon epätasapainotilanteessa laukaisee reaktorin osittaisen pikasulun, jolla reaktoriteho rajoitetaan turbiinilaitoksen hyväksymälle tasolle.

Automatiikan suunnittelu käynnistyi alkuvuodesta 2002 ja tavoitteena oli löytää ohjaussignaalista riippumaton tapa, jolla estetään reaktori- ja turbiinitehon epätasapaino. Muutoksen tarpeellisuus vahvistui Olkiluoto 1:llä 20.4.2002 tapahtuneen 400 kV:n verkkohäiriön seurauksena. Tapahtumaa on selvitetty vuosiraportissa 2002 (STUK-B-YTO 221).

Muutoksen jälkeen järjestelmä havaitsee ilman ulkoista signaalia 400 kV:n verkkokatkoshäiriön ja pystyy siirtämään laitosyksikön omakäyttöteholle riippumatta siitä, onko ulkoisen verkkokatkoksen syynä inhimillinen virhe vai puhtaasti tekninen vika.

Automatiikka toteutettiin turbiinin paineen-säätöjärjestelmään ohjelmoidulla digitaali-tekniikalla.

Olkiluoto 2:lla vastaava muutos on toteutettu vuosihuollossa 2003.

LIITE 3 Poikkeukselliset käyttötapaukset

*Tapani Eurasto, Timo Eurasto, Samuel Koivula, Jarmo Konsi, Pauli Kopiloff,
Pekka Liuhto, Rainer Rantala, Veli Riihiluoma, Vesa Ruuska, Eero Virtanen*

Loviisan laitos

Polttoainenipun käsittelyvirhe Loviisan laitoksen käytetyn polttoaineen varastolla

Loviisan laitoksen käytetyn polttoaineen varastolla oltiin 20.1.2004 siirtämässä käytettyä polttoainetta siirtokorista säilytysaltaaseen, kun yksi polttoainenippu laskettiin virheellisesti väärään säilytyspaikkaan ja siinä jo olevan polttoainenipun päälle.

Siirrettäessä polttoainenippua siirtokorista käytetyn polttoaineen varastoaltaaseen seurataan nipun asemaa siirtokoneen koordinaattien avulla. Kun kyseistä nippua laskettiin sille suunniteltuun paikkaan, vaunun kuljettaja luki koordinaatit väärin ja laski nipun paikkaan, jossa oli jo ennestään nippu. Nippu jäi seisomaan alla olevan nipun päälle. Siirtokoneella työskennellyt kartanlukija havaitsi virheen, kun seuraavaa nippua oltiin tuomassa altaaseen. Laitoksella pidetyn palaverin jälkeen tilanne päätettiin korjata tarttumalla varovasti nippuun kiinni käyttäen apuna tv-kameraa ja siirtämällä nippu oikeaan paikkaan.

Tapahtuman aiheuttivat siirtokoneen puutteellinen suunnittelu ja inhimillinen erehdys, johon myötävaikutti työn rutiinomaisuus. Siirtokoneen vaunun x-koordinaatin näkee vain kuljettaja vaunun lattian ikkunasta. Vaunun kuljettajan lisäksi siirrossa työskentelee kartanlukija, joka antaa kuljettajalle nipun sijoituspaikan koordinaatit. Kartanlukija ei voi varmistaa kuljettajaa häiritsemättä nipun x-koordinaatin oikeellisuutta.

Polttoainenipun yläpäätykappaleen lieriömäisen sisäaukon halkaisija on pienempi kuin nipun alapäätykappaleen ulkohalkaisija. Näin ollen toisen nipun päälle laskettu nippu ei mahtunut nipun sisään, vaan jäi seisomaan yläpäätykappaleessa olevalle kartiopinnalle.

Tapahtuman kaltaisessa tilanteessa polttoainenippu olisi voinut kaatua, mikä olisi voinut

johtaa pahimmassa tapauksessa joidenkin nipun polttoainesauvojen suojakuorten vaurioitumiseen ja sauvojen sisältämien radioaktiivisten kaasujen vapautumiseen. Myöhemmin tehtyjen analyysien perusteella tilanteesta ei olisi aiheutunut merkittävää vaaraa paikalla olleille työntekijöille tai ympäristölle. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Tapahtuman johdosta polttoaineen siirtokoneeseen asennettiin kamera, jonka näytöltä sekä kuljettaja että kartanlukija voivat tarkistaa nipun sijainnin.

Aktiivisuusmittausten toimimattomuus Loviisa 2:lla

Loviisa 2:lla havaittiin huhtikuussa 2004, että sekundääripiirin poistokaasujen aktiivisuusmittaukseen kuuluva suoja-suodatin kerää poikkeuksellisen paljon likaa ja kosteutta. Asiaa selvitettyä paljastui, ettei aktiivisuusmonitorille johdettava näytevirtaus toiminut suunnitellulla tavalla.

Puutteellisesti toimineet monitorit, joita on kaksi kappaletta, sijaitsevat turbiinilauhduttimien pääejektorien ulospuhalluslinjassa. Ejektorit poistavat ilman ja lauhtumattomat kaasut lauhtumattomasta ja puhaltavat ne ulkoilmaan. Aktiivisuusmittaukset ovat jatkuvatoimisia.

Jotta pääejektorien aktiivisuusmittaukseen tuleva kaasumainen näyte olisi sopivaa mitattavaksi, johdetaan se ennen mittausta jäähdytykseen ja lauhteenpoistoon. Tähän näytteenkeräysjärjestelmään kuuluu vesilukko. Loviisa 2:n näytteenkeräysjärjestelmän vesilukko oli liian matala, ja näytteenottopumpun imu oli tyhjentänyt sen. Tämä oli mahdollistanut sen, että osa pääejektorien aktiivisuusmonitoreille johdettavasta näytevirtauksesta oli tullut tyhjentyneen vesilukon täyttöaukon kautta turbiinihallista.

Pääejektorien aktiivisuusmonitoreille on asetettu turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa toi-

mintakuntoisuusvaatimukset. Monitorien ollessa toimintakunnottomia edellytetään, että vastaavat tuorehöyrylinjojen aktiivisuusmittaukset ovat toimintakunnossa ja niiden hälytysraja on muutettu kaksinkertaiseksi tausta-aktiivisuuteen verrattuna. Tuorehöyrylinjojen höyrystinkohtaiset mittaukset kuten myös turbiinipuolen radioaktiivisuutta valvovat muut säteilymittaukset olivat toiminnassa tapahtuman aikana. Nämä mittaukset ovat herkempiä kuin nyt käyttökunnottomaksi todettu pääejektorien aktiivisuusmittaus. Myös viikoittaiset laboratorioanalyysit tuorehöyrylinjojen kaasunäytteistä on tehty säännöllisesti. Näin on voitu varmistua, ettei päästöjä aktiivisuusmittauksen puutteellisen toiminnan aikana ole tapahtunut. Sekundääripiirissä ei normaalisti ole havaittavaa aktiivisuutta.

Kummankin Loviisan laitossyksikön kiinteät säteilymittausjärjestelmät on uusittu. Samassa yhteydessä uusittiin myös näytteenkeräysjärjestelmät; Loviisa 1:llä vuonna 2002 ja Loviisa 2:lla vuonna 2003. Järjestelmät poikkeavat toisistaan, koska Loviisa 2:lla säteilymittausmonitorien toimittaja toteutti myös suunnittelemansa näytteenkeräysjärjestelmän kokonaan, kun taas Loviisa 1:llä komponentit hankittiin erikseen. Loviisa 1:llä näytteenkeräys on toiminut moitteettomasti.

Näytteenkeräyslinja korjattiin ensin väliaikaisesti. Loviisa 2:n näytteenkeräyslinja uusittiin vuosihuoltoseisokissa 2004 vastaamaan Loviisa 1:n näytteenkeräyslinjaa.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Reaktorin pikasulku Loviisa 1:llä suojausjärjestelmän vian seurauksena

Loviisa 1:n ollessa täydellä teholla 29.6.2004 tapahtui reaktorin pikasulku, kun reaktorin tehoalueen neutronivuon suojusraja ylittyi tuntemattoman vian seurauksena. Pikasulussa laitoksen järjestelmät toimivat suunnitellusti.

Todennäköisenä syynä pikasulkuun pidettiin piilevää vikaa, joka oli oireillut aiemmin, mutta poistunut niin, ettei sitä pystytty paikallistamaan. Pikasulun aiheuttanut vika paikallistettiin neutronivuosuojausten muodostukseen suojaryhmässä 1, jonka kaikissa tehoalueen kanavissa suojusraja oli pudonnut arvosta 110 % arvoon 88 %. Näin siis reaktorin suojasautomaatiikka esti laitossyksikön toiminnan täydellä te-

holla. Kahdella neutronivuomittausten elektronikkakaapilla vaihdettiin elektronikkayksiköt ja suojusrajan muodostukseen liittyvä elektronikkakortti. Toimenpiteet tehtiin vian uusiutumisen estämiseksi, vaikka yksiselitteistä vikaa ei löydetty.

Tarkastusten ja korjausten jälkeen laitossyksikkö käynnistettiin. Ylösajon aikana tehtiin suojajärjestelmän toiminnan tarkastuksia ja neutronivuomittausten kalibrointeja. Laitossyksikkö kytkettiin takaisin sähköntuotantoon 30.6.2004.

Tehoajolla havaittiin neutronivuomittausjärjestelmässä jälleen häiriöitä, joiden vuoksi vian selvittämistä jatkettiin. Selvityksissä ei saatu kuitenkaan uutta tietoa. Laitossyksikön 24.7.2004 alkaneessa vuosihuollossa tehdyissä tutkimuksissa syyksi paljastui reaktorin tehon suojaussignaalin muodostuspiirin häiriönpoistokondensaattori. Syyn selvittyä sekä Loviisa 1:n että Loviisa 2:n vuosihuolloissa 2004 uusittiin kaikkien neutronivuon mittauskanavien teho- ja periodisuojausten vastaavat kondensaattorit.

Laitossyksikön turvallisuustaso ei alentunut merkittävästi pikasulun tai sitä edeltäneiden häiriöiden aikana. Reaktorin pikasulku luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Sähkötyötapaturma Loviisa 1:llä

Loviisa 1:n vuosihuollossa tapahtui 29.7.2004 kuolemaan johtanut sähkötapaturma. Aliurakoitsijan palveluksessa olleen kokeneen sähköasentajan tehtävänä oli voimalaitoksen työnjohdon valvonnassa ja johtamana puhdistaa ja tarkastaa 6 kV:n sähkökojeistoja. Toimenpiteet oli tarkoitus tehdä kojeistojen ollessa jännitteettömät.

Työn yhteydessä kojeistossa tapahtui kiskooikosulku, koska kojeistoon oli asentajan tietämättä palautettu jännite. Oikosulun seurauksena syntyi valokaari, joka sytytti asentajan vaatteet tuleen. Tapahtuman seurauksena asentaja sai sähköiskun ja vaikeita palovammoja, minkä seurauksena hän menehtyi tehokkaista hoitotoimenpiteistä huolimatta viikkoa myöhemmin sairaalassa. Tapahtumapaikan välittömässä läheisyydessä olleet kaksi muuta asentajaa saivat valokaaresta vähäisiä palovammoja. Tapahtumalla ei ollut suoranaista vaikutusta laitoksen ydin- ja säteilyturvallisuuteen. Tapahtuma paljasti kuitenkin merkittäviä puutteita sähkötöiden turvallisuuteen liittyvissä menettelyissä. Tapahtuma oli Loviisan

laitoksen käyttöhistorian ensimmäinen kuolemaan johtanut työtapaturma.

Useat eri turvallisuusviranomaiset ovat selvittäneet tapahtumaa ja sen syitä. Myös voimalaitoksen asettama asiantuntijaryhmä on seikkaperäisesti selvittänyt tapahtuman kulkua ja tapaturman syntyyn mahdollisesti vaikuttaneita syitä. Viranomaisten lakisääteisen työnjaon mukaisesti johtovastuu työtapaturmien selvittämisessä on työsuojeluviranomaisilla, Loviisaa koskien Uudenmaan työsuojelupiirillä. Sähköturvallisuuden ja sähkötapaturmien osalta Turvatekniikan keskus (TUKES) toimii asiantuntijaviranomaisena, ja se on asettanut oman tutkintaryhmänsä selvittämään tapaturmaa. STUK on ydin- ja säteilyturvallisuutta valvova viranomainen, jonka tehtävänä kyseiseen tapahtumaan liittyen on varmistua siitä, että tapahtumalla ja sen yhteydessä noudatetuilla menettelytavoilla ei ole vaikutuksia ydin- ja säteilyturvallisuuteen.

Tapahtumaa koskeva viranomaisselvitys on kesken.

Jälkilämmönpoiston häiriö Loviisa 2:lla

Loviisa 2:n vuosihuollon aikana 16.9.2004 reaktorin jälkilämmönpoisto pysähtyi hetkeksi sivumerivesipiirissä olevan venttiilin korjauksen yhteydessä.

Vuosihuollossa reaktorin jälkilämmönpoisto tapahtuu kahden höyrystimen ja jälkilämmönpoistojärjestelmän kautta sivumerivesipiiriin ja edelleen mereen. Normaalisti sivumerivesipiirin vesien poistoreitillä aloitettiin 12.9. valmistelut korjaus- ja huoltotöitä varten. Poistovesien ohjaamiseksi toiselle reitille yritettiin valvomosta avata yhtä sivumerivesipiirin venttiiliä. Avaaminen valvomosta ei onnistunut, ja venttiili avattiin käsin paikan päällä. Venttiilin ohjauksien tarkistamiseksi annettiin työmääräin, jossa määriteltiin tehtäväksi vain sähkö- ja automaatiotöitä. Työmääräimessä ei ollut venttiilin operointikieltoa, koska sähkö- ja automaatiotyöt eivät sitä vaatineet. Työmääräintä kirjoitettaessa sivumerivesipiirin poistovedet eivät kulkeneet korjattavan venttiilin kautta.

Korjaustöitä tehtäessä paljastui, että venttiilin vika onkin mekaaninen. Sähkötyönjohtaja lisäsi 16.9. työmääräimeen mekaanisen vian korjauksen ja antoi määräimen konetyönjohtajalle. Työmääräin annettiin edelleen urakoitsijan työnjohtajalle työn teettämistä varten. Tilanne

laitoksella oli muuttunut, ja sivumerivesipiirin poistovedet ohjattiin korjattavan venttiilin kautta. Korjauksen jälkeen asentajat kokeilivat venttiilin toimintaa kiertämällä venttiilin käsin kiinni. Sivumerivesipiirin virtaus pysähtyi ja järjestelmä paineistui noin 8 bariin. Paineen nousun vuoksi reaktorin ohjaaja pysäytti toisen käynnissä olleista sivumerivesipiirin pumpuista. Asentajat avasivat venttiilin muutaman minuutin kuluttua, ja virtaus järjestelmässä palautui normaaliksi. Virtauksen pysähtyminen näkyi valvomossa prosessitietokoneen hälytyksinä.

Lyhytaikaisella sivumerivesipiirin virtauksen pysähtymisellä ei ollut vaikutusta laitoksen turvallisuuteen. Jos tilanne olisi jatkunut pidempään, seurauksena olisi ollut reaktorin jäähdytysveden hidas lämpeneminen. Reaktorin ohjaajilla olisi ollut käytettävissä aikaa useita tunteja avata suljettu venttiili tai ottaa käyttöön sivumerivesipiirin veden poistomahdollisuus Loviisa 1:lle, ennen kuin jäähdytysvesi olisi alkanut kiehua.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Tapahtuman syynä oli virhe työmääräimen käsittelyssä. Ohjeiden mukaan työmääräin olisi siihen tehtyjen lisäysten jälkeen pitänyt toimittaa valvomoon, jossa työmääräimeen olisi lisätty venttiilin operointikielto.

Tapahtuman johdosta asentajien ja työnjohtajien koulutustilaisuuksissa korostetaan, ettei laitteiden tilaa tule muuttaa, ellei siihen ole valvomon lupaa. Lisäksi koulutustilaisuuksissa käsitellään työmääräimiin liittyviä rutiineja.

Olkiluodon laitos

Polttoaineen käsittelyvirhe Olkiluodon laitoksen käytetyn polttoaineen varastolla

Käytetyn polttoaineen varastolla tapahtui 2.2.2004 käsittelyvirhe, kun käytettyä polttoainetta siirrettiin siirtosäiliöstä säilytysaltaaseen. Polttoaine-elementtiin, joka muodostuu polttoainepipusta ja sitä ympäröivästä polttoainekotelosta, tartuttiin siirtokoneella kiinni erehdyksessä vain pipusta eikä lainkaan kotelosta. Tämän seurauksena nipun ympärillä oleva kotelo pääsi laskeutumaan alaspäin aiheuttaen polttoaine-elementin joutumisen vinoon asentoon kotelon alapään osuessa kuljetuskäytävän reunaan.

Siirtokoneen tarttujassa on kaksi vaihtoehto-

ta asentoa, jotka mahdollistavat tarttumisen pelkästään polttoainenippuun tai sekä nippuun että koteloon. Tässä tapauksessa tarttuja oli kiinni vain nipussa. Jossain vaiheessa, joko noston aikana tai elementtiä siirrettäessä kotelo valui irti nipusta vajaan metrin verran pysyen kuitenkin tässä asennossa nipun ja kotelon välisen kitkan ansiosta. Siirto eteni, kunnes kuului kolahdus elementin alapään osuessa altaiden välisen portin kynnykseen. Koko elementin todettiin olevan vinossa asennossa niin, että sen alapää lepäsi kynnyksen reunan päällä. Nippu näytti myös taipuneen, mutta polttoainesauvat eivät olleet vaurioituneet. Siirtokoneessa ei ole automaattista pysäytystä tällaisten tapausten varalle. Elementti tuettiin ko. asentoon yön ajaksi ja seuraavana päivänä varovasti siirtokonetta peruuttamalla nippu saatiin paikalleen koteloon.

Tapahtuman seurauksena Teollisuuden Voima Oy kävi läpi polttoaineen käsittelytoimenpiteet ja niihin liittyvät ohjeet. Lisäksi siirtokoneeseen tehtiin logiikkamuutos, jolla varmistetaan siirtokoneen tarttujan kiinnittyminen samanlaisesti sekä polttoainenippuun että koteloon. Siirtokoneeseen asennettiin myös aikaisempaa tehokkaampi kamera.

Tapahtuman turvallisuusmerkitys oli vähäinen. Polttoainenipun vaurioitumisestakaan ei olisi aiheutunut säteilyvaaraa työntekijöille eikä ympäristölle. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Reaktorin pikasulku Olkiluoto 1:llä päähöyrylinjan eristysventtiilin sulkeuduttua aiheetta

Pian sen jälkeen kun Olkiluoto 1 oli saatu täydelle teholle 6.3.2004 pidetyn korjausseisokin päätyttyä laitosyksiköllä, tapahtui varhain aamulla 7.3.2004 reaktorin pikasulku päähöyryventtiilin sulkeuduttua aiheetta täydeltä teholta.

Reaktorin pikasulkuun johtanut tapahtumaketju sai alkunsa höyrylinjan eristysventtiilin sulkeuduttua aiheetta. Venttiilin sulkeutumisen seurauksena reaktorin paine ja teho nousivat, ja kolmen muun höyrylinjan sisemmät eristysventtiilit sulkeutuivat kasvaneen virtauksen johdosta. Reaktorin pikasulku laukesi korkeasta neutronitehosta. Reaktorin pikasulun yhteydessä tarvittavat turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellusti

eikä tapahtumasta ollut vaaraa laitoksen tai ympäristön turvallisuudelle.

Aiheettomasti sulkeutuneen venttiilin tutkimiseksi ja korjaamiseksi laitosyksikkö ajettiin pikasulun jälkeen kylmään seisokkiin ja venttiilin sisäosapaketti vaihdettiin vastaavaan huollettuun pakettiin. Poistetun sisäosapaketin tarkastuksessa tapahtuman syyksi osoittautui venttiiliä normaalisti auki pitävän kestopagneetin selvästi heikentynyt teho. Laitosyksikkö käynnistettiin korjaustoimenpiteitä seuranneiden tarkastusten ja toimintakokeiden jälkeen takaisin sähköntuotantoon 8.3.2004.

Tapahtuman jälkeen Olkiluodon laitoksella selkeytettiin STUKin vaatimuksesta kestopagneettien toiminnallisia kriteereitä ja varmistettiin vuoden 2004 vuosihuollossa muiden höyrylinjojen sisempien eristysventtiilien magneettivoimien hyväksyttävyys.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Reaktoripiirin syöttövesijakajissa havaitut säröt

Olkiluoto 2:lla vuosihuoltoseisokissa tehdyissä tarkastuksissa havaittiin säröjä syöttövesijakajan päissä olevissa kiinnityskorvakkeen tukilevyissä. Säröjä oli kaikissa neljässä jakajassa vastaavissa kohdissa. Syöttövesijakajat sijaitsevat reaktoripainesäiliön sisällä ja niiden tehtävä on jakaa kylmempi syöttövesi tasaisesti reaktoripainesäiliön sisällä tapahtuvaan vesikiertoon. Vuonna 1998 toteutetun tehonkorotuksen johdosta päätettiin uusia jakajat vastaamaan uudella tehotasolla vallitsevaa virtausta. Samalla jakajien rei'itetyn alueen paikka päätettiin muuttaa siten, että kylmempi vesi ei aiheuttaisi termistä väsymistä osuessaan lähellä olevien metalliosien pintaan. Olkiluoto 2:lla syöttövesijakajat vaihdettiin vuosihuoltoseisokissa 2003.

Säröytynyt kohta ei ensisijaisesti kanna esikiristyksestä aiheutuvaa kuormaa, mutta kohdassa on terävä kulma, joka aiheuttaa jännitysten keskittymistä. Alustavana arviona säröilyn syyksi on esitetty valmistuksen aikaisesta kylmämuokkauksesta johtuvaa jännityskorroosiota. Kylmämuokkaus herkistää ruostumatonta terästä jännityskorroosiolle. Osasy sattaa olla myös termien väsyminen, jota aiheutuu kylmemmän ja

kuumemman veden vaihtelusta kiinnityskohdan alueella.

Turvallisuusmerkitys on vähäinen. Särön kasvu jännityskorroosiomekanismilla pysähtyisi viimeistään tukilevyn ja kiinnityskorvakkeen väliseen hitsisaumaan. Eräällä ulkomaisella laitoksella on samalla tavalla säröytynyttä jakajaa käytetty yli 10 vuotta.

Varmuuden vuoksi Olkiluoto 2:lla jakajat vaihdettiin vuosihuoltoseisokissa vanhoihin jakajiin. Olkiluoto 1:lle uudet jakajat oli asennettu ennen Olkiluoto 2:n vuosihuoltoa olleessa vuoden 2004 seisokissa. Olkiluoto 1:n syöttövesijakajat tarkastetaan vuosihuoltoseisokissa 2005.

Olkiluoto 2:lta poistettujen syöttövesijakajien säröytyneistä kohdista on otettu näytepalat tarkempia tutkimuksia varten säröytymisen syyn selvittämiseksi. Jakajien korjaussuunnitelmat tehdään tutkimusten jälkeen.

Häiriö generaattorin jäähdytysjärjestelmässä ja reaktorin osittainen pikasulku Olkiluoto 1:llä

Olkiluoto 1 oli 100 %:n reaktoriteholla, kun 7.7.2004 generaattorin vesijäähdytysjärjestelmän varoventtiili avautui aiheuttaen matalan pinnan järjestelmän paineenpitosäiliössä. Matalasta pinnasta seurasi automaattisesti turbiinin alasajo ja reaktorin osittainen pikasulku. Laitosyksikkö irtosi valtakunnan verkosta ja yksikön teho laski noin 30 %:iin. Teho laskettiin edelleen noin 15 %:iin, ja vuotanut varoventtiili vaihdettiin. Tämän jälkeen alkoi laitosyksikön ylösajo. Takaisin valtakunnan verkkoon laitosyksikkö kytkeytyi seuraavana päivänä; täydellä teholla laitosyksikkö oli 9.7.

Syynä varoventtiilin avautumiseen oli järjestelmään vuoden 2004 seisokissa tehdyn muutostyön johdosta tapahtunut 0,5 barin käyttöpaineen nousu, joka yhdessä järjestelmän paineheilahduksen kanssa aiheutti paineen nousun lähelle suunnittelupainetta ja varoventtiili avautui.

Voimayhtiö seuraa tehostetusti prosessiarvoja vastaavan tapahtuman estämiseksi. Voimayhtiö on myös aloittanut neuvottelut laitostoimittajan kanssa käyttö- ja suunnittelupaineen välisen marginaalin kasvattamiseksi.

Tapahtumalla ei ollut merkitystä turvallisuuden kannalta, ja se luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen suojausohjeen ohittaminen koestuksen yhteydessä

Olkiluodon laitoksella todettiin 9.12.2004, että näytteenottojärjestelmän varoventtiilin koestusten yhteydessä yksi reaktorin suojausjärjestelmän osaehto oli kummallakin laitosyksiköllä ollut ohitettuna lyhyen aikaa. Yhden osaehto ohittaminen on turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan sallittua korjaustoimenpiteiden mutta ei nyt kyseessä olleiden ennakko- ja huoltotoimenpiteiden vuoksi.

Ohitettu osaehto liittyy näytteenottojärjestelmään kuuluvaan mittaukseen, jolla valvotaan reaktoriin pumpattavan veden laatua. Kyseinen valvonta paljastaa merivesijäähdytteisen turbiinilauhduttimen mahdollisen putkivaurion. Kummankin laitosyksikön lauhdelinjassa on neljä mittauspistettä. Jos lauhhteessa todetaan raja-arvon ylitys yhdessä mittauksessa, reaktorin suojausjärjestelmään kuuluvan valvontaketjun yksi osaehto laukeaa. Kun kaksi osaehtoa on lauenneena, tapahtuu automaattisesti reaktorin pikasulku. Kun yksi osaehto on ohitettuna, suojausketjun luotettavuus on pienentynyt. Varoventtiilin huollon ja koestuksen ajaksi mittauslaitteisto on erotettava linjasta, eikä näytevirtaus tällöin kulje mittauslaitteiston kautta. Kun mittauslaitteisto erotetaan linjasta, myös suojausohje ohitetaan.

Laitteiden kunnossapitomenettelyjen uusimisen yhteydessä vuonna 2002 näytteenottojärjestelmän varoventtiilien tarkastusväliksi määriteltiin kahdeksan vuotta. Ensimmäiset uuden menettelyn mukaiset ennakko- ja huoltotyöt vietiin työtilausjärjestelmään syksyllä 2004. Työtilauksen yhteydessä tehtävässä turvatoimien määrittelyssä ei havaittu, että TTKE:n mukaan suojausjärjestelmän osaehtoa ei saa ohittaa ennakko- ja huoltotyönä tehtävän koestuksen yhteydessä. Koestusten työluvat oli käsitelty työluvien tarkastuskokouksissa, mutta syöttöveden valvontaketjun osaehto ohitukseen liittyvää TTKE-vaatimusta ei tiedostettu.

Varoventtiilin koestus tehtiin Olkiluoto 2:lla 6.10.2004. Suojausjärjestelmän osaehto oli ohitettuna noin tunnin. Olkiluoto 1:llä koestuksen valmistelut aloitettiin 1.12.2004 ja osaehto ohitettiin. Vuoropäällikkö havaitsi, että työtä ei saa TTKE:n mukaan tehdä, eikä hän antanut työlle aloituslupaa. Osaehto oli ohitettuna noin 15 minuuttia.

Työlupa jäi valvomoon. Koestus aloitettiin uudelleen 9.12.2004, kun vuorossa ollut vuoropäällikkö käsitteli koestuksen työluvan eikä havainnut esitettyä työlle. Työ tehtiin, mutta työn jälkeen vuoropäällikkö havaitsi, että työ oli tehty TTKE:n vastaisesti. Osaehto oli ohitettuna noin neljä tuntia.

Tapahtuma aiheutui siitä, että varoventtiilin ennakkohuoltona tehtävät koestukset oli virheellisesti määritetty tehtäväksi käytön aikana. TTKE-rajoituksen havaitsemattomuuteen on mahdollisesti vaikuttanut se, että vastaavia suojausjärjestelmän ohituksia tehdään rutiininomaisesti korjaustoimenpiteiden yhteydessä. Lisäksi ennak-

kohuoltoja koskevat vaatimukset on hajautettu TTKE:n sisälle siten, että niitä on vaikea löytää ja tiedostaa.

Vastaisuudessa näytteenottojärjestelmän varoventtiilien ennakkohuollot tehdään vuosihuollossa. Lisäksi Teollisuuden Voima Oy tarkentaa kesken jääneiden töiden käsittelyyn liittyviä menettelyjä. Tapahtuma otetaan esille myös käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön koulutustilaisuuksissa, jotta tapahtuman opetukset saadaan mahdollisimman monen tietoon.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

LIITE 4 Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma

Perusohjelma	Vuoden 2004 tarkastukset	
	Loviisan voimalaitos	Olkiluodon voimalaitos
A. Turvallisuusjohtaminen		x
B. Päätoiminnot		
B.1. Turvallisuuden arviointi ja parantaminen		
B.2. Käyttötoiminta		
B.3. Laitoksen ylläpito ja ikääntymisen hallinta	x	x
C. Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset		
C.1. Laitoksen turvallisuustoiminnot		x
C.2. Sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotekniikka		x
C.3. Konetekniikka	x	x
C.4. Rakenteet ja rakennukset	x	x
C.5. PSA:n käyttö turvallisuuden hallinnassa	x	
C.6. Asiakirja- ja tietohallinnon toimivuus		
C.7. Kemia	x	x
C.8. Ydinjätteet	x	x
C.9. Säteilysuojelu	x	x
C.10. Palontorjunta	x	x
C.11. Valmiusjärjestelyt	x	x
C.12. Turvajärjestelyt	x	x
C.13. Koulutustoiminta / Henkilöstöresurssit ja koulutus	x	x
C.14. Laadunvarmistustoiminta	x	
C.15. Käyttökokemukset		x

LIITE 5 STUKin myöntämät ydinenergialain mukaiset luvat

C214/255, 17.2.2004, Teollisuuden Voima Oy
Varaosaäättösaavojen tuonti Ruotsista. Voimassa
31.12.2004 saakka.

A214/50A, 19.2.2004, Fortum Power and Heat Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti
Espanjasta. Yhteensä enintään 27 000 kg venä-
läistä uraania. Maahan tuotava uraani on varus-
tettu Euratomin valvontaleimalla 'P'. Voimassa
31.12.2007.

A214/50B, 19.2.2004, Fortum Power and Heat Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti
Espanjasta. Yhteensä enintään 1500 kg alkuperäl-
tään kazakstanilaista uraania. Maahan tuotava
uraani on varustettu Euratomin valvontaleimalla
'P'. Voimassa 31.12.2005.

A214/54, 8.4.2004, Fortum Power and Heat Oy
Lupa tuoda maahan 3 kpl neutronivuoantureita
Unkarista. Voimassa 30.6.2004 saakka.

Y214/82, 7.6.2004, Jyväskylän yliopisto, Fysiikan
laitos
Lupa pitää hallussa, käyttää, käsitellä ja varastoi-
da ydinaineita tutkimustarkoituksiin Jyväskylän
yliopiston Fysiikan laitoksen kiihdytinlabora-
torion tiloissa. Yhteensä enintään 10 g erityisiä
halkeamiskelpoisia aineita. Voimassa 31.12.2014
saakka.

A214/59, 9.7.2004, Fortum Power and Heat Oy
Lupa in-core anturin vientiin Kanadaan. Viallisen
anturin palautus valmistajalle. Voimassa
31.12.2004 saakka.

C214/258, 16.8.2004, Teollisuuden Voima Oy
Höyrynkuivainien tuonti Tšekin tasavallasta. 2 kpl
höyrynkuivaimia Olkiluodon ydinvoimalaitosyksi-
köille OL1 ja OL2. Voimassa 31.05.2006 saakka.

C214/259, 7.12.2004, Teollisuuden Voima Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti
Espanjasta. Yhteensä enintään 4850 kg rikastet-
tua uraania. Maahan tuotavaan uraaniin sovelle-
taan Suomen ja Kiinan kansantasavallan viran-
omaisten välisen ydinenergian rauhanomaista
käyttöä koskevan kirjeenvaihdon velvoitteita.
Uraanin Euratom valvontaleima on 'N'. Voimassa
31.12.2005 saakka.

C214/260, 7.12.2004, Teollisuuden Voima Oy
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen tuonti
Ruotsista. Yhteensä enintään 8900 kg rikastettua
uraania. Maahan tuotavaan uraaniin sovelletaan
Suomen ja Venäjän välisen ydinenergian rauhan-
omaista käyttöä koskevan sopimuksen velvoitteita.
Uraanin Euratom valvontaleima on 'P'. Voimassa
31.12.2005 saakka.

LIITE 6 Vuonna 2004 valmistuneet STUKin rahoittamat turvallisuustutkimukset ja toimeksiannot

Ydinvoimalaitokset

FINNUS-tutkimusohjelmaan (1999–2002) sisältyvät tutkimushankkeet

Ohjelmoitavan automaation turvallisuuden arviointi (PASSI); Luotettavuuden arviointimenetelmien kehittäminen (FINNUS/PASSI/REL+); VTT Tuotteet ja tuotanto

EU-Benchmark on safety evaluation of computer-based systems; (BE-SECBS); VTT Tuotteet ja tuotanto

SAFIR-tutkimusohjelmaan (2003–2006) sisältyvät selvitykset ja analyysimenetelmien kehityshankkeet

Siltojen ja ydinvoimalaitosrakenteiden rakentamiseen, tarkastamiseen ja korjaamiseen liittyvät betonitekniset tutkimukset; CONTECH v. 2003; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Onnettomuusvalmiuden tukiselvitykset – SAFIR/OTUS; v. 2003; VTT Prosessit

Valvomoiden käyttäjäkeskeinen kehittäminen – SAFIR/IDEC; Valvomokonseptin arviointikehikon kehittäminen, 2003; VTT Tuotteet ja tuotanto

Reaktoripiirin eheys ja käyttöikä – SAFIR/INTELI; INPUT v. 2003; VTT Tuotteet ja tuotanto

Reaktoripiirin eheys ja käyttöikä – SAFIR/INTELI; INSEL v. 2003; VTT Tuotteet ja tuotanto

Systemaattisen vaatimustenhallinnan soveltamismahdollisuudet ydinturvallisuuden parantamiseksi Suomessa – SAFIR/APSREM; v. 2003 osuus; RAMSE Consulting Oy

Kehittyneet reaktorianalyysimenetelmät – SAFIR/EMERALD; v. 2003 osuus; VTT Prosessit

Wall response to soft impact – SAFIR/WARSI; v. 2003; VTT Tuotteet ja tuotanto

Riskitietoisien turvallisuudenhallinnan periaatteet ja käytännöt – SAFIR/PPRISMA; Kunnossapitostrategiat; luokittelun päätösteoreettinen käsittely; HRA-data; ohjelmoitavien järjestelmien lueteltavuus 2003; VTT Tuotteet ja tuotanto

Systemaattisen vaatimustenhallinnan soveltamismahdollisuudet ydinturvallisuuden parantamiseksi Suomessa – SAFIR/APSREM; Vaatimusten hallinta viidennen YVL-hankkeen valvontaprojektissa – perussuunnittelu; RAMSE Consulting Oy

Reaktoripiirin eheys ja käyttöikä – SAFIR/INTELI; INCOM v. 2003; VTT Tuotteet ja tuotanto

Ruteenitutkimukset; Ruteenin käyttäytyminen vakavissa reaktorionnettomuuksissa 2003; VTT Prosessit

Palon leviämisen mahdollisuus – SAFIR/POTFIS; Savun ja lämmön vaikutus laitteisiin; palon leviäminen; aktiivinen ja operatiivinen palontorjunta v. 2003; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Polttoaineen korkeapalamamallinnuksen uudistaminen – SAFIR/KORU; v. 2003 osuus; VTT Prosessit

Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Vertailuanalyyysien perusvalmiuden kehittäminen reaktorin käyttäytymisen analysoimiseksi häiriötilanteissa; VTT Prosessit

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Vertailuanalyyysien perusvalmiuden kehittäminen reaktoripiirin käyttäytymisen analysoimiseksi onnettomuustilanteissa; VTT Prosessit

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Vertailuanalyyysien perusvalmiuden kehittäminen suojarakennuksen käyttäytymisen analysoimiseksi onnettomuustilanteissa; VTT Prosessit

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Vertailuanalyyysien perusvalmiuden kehittäminen reaktorin ja suojarakennuksen analysoimiseksi vakavissa onnettomuuksissa; VTT Prosessit

OL3 – Primääripiirin vesikemia; VTT Tuotteet ja tuotanto

OL3 – Ympäristön väestön säteilyannokset; Annosten vertailulaskut; VTT Prosessit

Loviisan voimalaitos, uusien automaatiotilojen suunnittelu; Rakennesuunnitelman tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

OL3 – Rakennustekniikka ja rakenteet; asiantuntijalausuntoja; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Merituulen vaikutus rannikkopäästöjen kulkeutumiseen; Antti Jylhä-Ollilan Pro Gradu; HY / Fysikaalisten tieteiden laitos

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Vertailevat termohydrauliset kokeet sydänsulan jäähdytettävyydelle; LTY

OL3 – Riippumattomat vertailuanalyytit STUKin turvallisuusarviointia varten; Institute for Safety and Reliability (ISaR)

Ydinjätehuolto

KYT-tutkimusohjelmaan (2002–2005) sisältyvät tutkimukset

Ympäristön säteilysuojelu – eliömallin testaus; STUK/ETL

Jääkausien geokemialliset merkit maaperässä; v. 2003; HY / Radiokemian laboratorio

Olkiluodon merialueen kaasututkimus; v. 2003; GTK

Kuparin korroosion on-line-anturin pitkäaikaiskestävyys bentoniitissa; VTT Tuotteet ja tuotanto

DECOVALEX III; BMT3:n ikiroudan muodostumisen mallinnus 2003; TKK / Rakenteiden mekaniikan laboratorio

Kalliomatriisin fysikaalisten ominaisuuksien määrittäminen ja radionuklidien kulkeutumisen ymmärtäminen heterogeenisessä väliaineessa; HY / Radiokemian laboratorio

Kallion In-Situ-tutkimus; Huokoisuustilan geometrisen luonnehtiminen C-14-PMMA-menetelmällä; HY / Radiokemian laboratorio

Harvinaisten metallien (REE) käyttäytymisen uraaniin nähden jääkausiskenaariossa (HARMAAJA); TKK / Kalliotekniikan laboratorio

IAEA coordinated research project (CRP). Natural geochemical concentrations and fluxes on the Baltic shields in Finland as indicators of nuclear waste repository safety; Prof. D. Read 2003; Enterpris Ltd

Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot

Loppusijoituksen safeguardsin kansallinen asiantuntijaryhmä (LOSKA); Satelliittivalvonnan ja ilmakuvauksen käyttö; VTT Tietotekniikka

Posiva Oy:n seismisten tutkimusten arviointi; HY / Seismologian laitos

Review of Posiva's baseline studies at Olkiluoto; prof. S.K. Frape; University of Waterloo

STUKin IMGS (Investigations and Modelling of Geological Structures) -tukiryhmä; Siivola 2003; yksityiskonsultit

STUKin IMGS (Investigations and Modelling of Geological Structures) -tukiryhmä; Cosgrove 2003; Royal School of Mines, Imperial College

STUKin IMGS (Investigations and Modelling of Geological Structures) -tukiryhmä; Tirén 2003; Geosigma AB

Review of Posiva's R&D programme; Research, development and technical design for 2004–2006; University of Reading

STUKin IMGS (Investigations and Modelling of Geological Structures) -tukiryhmä; Jokinen 2003; GTK

Review of Posiva's R&D programme; 2004–2006 (TKS-2003); HY / Radiokemian laboratorio

Review of Posiva's program for R&D and technical design; for 2004–2006 and participation to work of STUK's external expert group; TKK / Materiaalitekniikan laboratorio

STUK's support group for the regular control of Posiva's underground rock characterisation facility; and STUK's review of Posiva's programme for research, development and technical design for 2004–2006; Geosigma AB

Review of Posiva's R&D programme; Research, development and technical design for 2004–2006; Quintessa Limited

Review of Posiva's program for R&D and technical design; 2004–2006; Monitor Scientific LCC

Review of Posiva's program for R&D and technical design; Chin-Fu Tsang 2004; Lawrence Berkeley National Laboratory

STUK's support group for the regular control of Posiva's underground rock characterisation facility; (ONKALO) and STUK's review of Posiva's programme for research, development and technical design for 2004–2006. Prof. Ove Stephansson; yksityiskonsultit

Valvontatoiminnan kehittämistä tukevat toimeksiannot

Olkiluodon fokusoitu mallinnus; GTK

Kalliomallinnusohjelmiston kehittäminen; TerraRock-kehittäminen 2004; Rollcon Oy